



2^a
EDICIÓN

Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos



**Comunidad
de Madrid**

Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos



**Comunidad
de Madrid**

Esta Guía se puede descargar en formato pdf desde la sección de publicaciones de las páginas web:

www.madrid.org

(Consejería de Economía, Empleo y Hacienda, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas)

www.fenercom.com

Si desea recibir ejemplares de esta publicación en formato papel puede contactar con:

Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid

dgtecnico@madrid.org

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid

fundacion@fenercom.com

La Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, respetuosa con la libertad intelectual de sus colaboradores, reproduce los originales que se le entregan, pero no se identifican necesariamente con las ideas y opiniones que en ellas se exponen y, por tanto, no asume responsabilidad alguna de la información contenida en esta publicación.

La Comunidad de Madrid y la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, no se hacen responsables de las opiniones, imágenes, textos y trabajos de los autores de esta guía.

Depósito Legal: M-8902-2017

© Foto de portada: Hewlett-Packard

Diseño e impresión: Mares Ideas Publicitarias, S.L.

P PRESENTACIÓN



El sector terciario es el más importante dentro de la Comunidad de Madrid. Este sector es el que más riqueza aporta a la Región, más personas emplea y presenta mejores perspectivas de futuro. Las oficinas y despachos juegan un papel determinante en un mejor desarrollo de la economía y son básicas para desarrollar el trabajo en condiciones de seguridad y confort.

Son espacios llenos de vida en los que muchos centenares de miles de madrileños y personas venidas de todas partes del mundo, trabajan todos los días y pasan gran parte de su vida. Debido a estos motivos, es importante que estas oficinas y despachos satisfagan unos requisitos, cada vez más exigentes. La evolución de este sector está íntimamente relacionada con la capacidad del mismo para identificar las posibilidades de mejora en su gestión, siendo dos las líneas estratégicas en materia de energía: La optimización de los contratos energéticos y la adecuación de las instalaciones para reducir el consumo energético. El número de las mismas hace fundamental que nos esforcemos en mejorar los edificios ya existentes, prestando atención a la eficiencia energética de los edificios y consiguiendo unos valores que permitan reducir el consumo de energía de los mismos.

Debido a esto, la consejería de Economía, Empleo y Hacienda ha decidido publicar esta "Guía sobre ahorro y eficiencia energética en oficinas y despachos". Esta publicación es de interés tanto para propietarios, empresarios, y usuarios de oficinas y despachos, así como a los profesionales encargados de su gestión, pues los autores aportan ideas y experiencias de mejora para la eficiencia y la reducción del consumo energético.

Francisco Javier Abajo Dávila

Director General de Industria, Energía y Minas
de la Comunidad de Madrid

AUTORES



- CAPÍTULO 1. Medidas para la eficiencia energética**
José Carlos Fernandez / Ángel Domínguez Bonillo
Dirección Empresas España y Portugal
Endesa
- CAPÍTULO 2. Ahorro y eficiencia energética en el alumbrado**
Jose Luis Candia
Gerente Madrid
Grupo Lledó
- CAPÍTULO 3. Ascensores de última generación**
Jorge Garrido Rubio
Head of Sustainability & Energy Management
thyssenkrupp Elevator
- CAPÍTULO 4. Sistemas de ahorro de agua y energía**
Victor Llanos
Product Manager Iberia
Geberit
- CAPÍTULO 5. Climatización de oficinas con aerotermia**
Gema Martínez
Market Manager Centros Comerciales y Hoteles
Grupo CIAT
- CAPÍTULO 6. Sistemas de aislamiento térmico en la envolvente**
Pablo Maroto
Project Manager & Sustainable
Knauf
- CAPÍTULO 7. Aislamiento térmico en el acristalamiento**
Eduardo de Ramos
Director Técnico GLASSOLUTIONS España y Portugal
Saint-Gobain GLASSOLUTIONS
- CAPÍTULO 8. Climatización de edificios con Sistemas de calderas**
Cipriano Colino
Área de Ventas
Viessmann



CAPÍTULO 9. El papel del control y la automatización

Luis Sánchez Bazán

Director Centraline España
Honeywell

CAPÍTULO 10. Ahorro en equipamientos ofimáticos y su contribución a la reducción del impacto medioambiental

Nuria Arcas

Responsable en Sostenibilidad y Medio Ambiente en Iberia
Hellwet-Packard

ÍNDICE



Capítulo 1. Medidas para la eficiencia energética	13
1.1. Introducción	13
1.2. Optimización tarifaria	14
1.2.1. Término de potencia	14
1.2.2. Discriminación horaria	16
1.2.3. Mercado Liberalizado: Gas y Electricidad	17
1.3. Optimización de instalaciones	18
1.3.1. Estudio del consumo	18
1.3.2. Parámetros de eficiencia energética	19
1.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en oficinas	19
1.3.4. Gestión y mantenimiento energéticos	37
1.3.5. Eficiencia energética de edificios. Análisis de la Directiva 2010/31/UE y Directiva 2012/27/UE	39
1.4. Conclusiones	47
Capítulo 2. Ahorro y eficiencia energética en el alumbrado	51
2.1. Introducción	51
2.2. Factores a valorar	51
2.3. Medidas a implementar	56
2.4. Criterios y condiciones de diseño	59
2.4.1. Criterios luminotécnicos	59
2.4.2. Espacio a iluminar	64
Capítulo 3. Ascensores de última generación	67
3.1. Conceptos generales	67
3.1.1. Sector de la edificación, Ascensores y Energía	67
3.1.2. Consumo energético en el ciclo de vida útil del ascensor	67
3.1.3. Marco Normativo	68
3.1.4. Descomposición de consumos	68
3.2. Soluciones para la Modernización Energética Eficiente	70
3.2.1. Proceso de Auditoría Energética (previo a la Modernización)	70
3.2.2. Soluciones para la modernización energética eficiente	71
3.2.3. Máquina sin reductor	72
3.2.4. Variador regenerativo	74
3.2.5. Modernización en Ascensores Hidráulicos (HD)	75
3.2.6. Maniobra con gestión eficiente del tráfico	75
3.2.7. Autoapagado de la Maniobra	76
3.2.8. Iluminación con tecnología LED y Autoapagado	77
3.2.9. Conclusiones - Instalación ineficiente a eficiente energéticamente	78
3.3. Tendencias energéticas y medioambientales del sector	79



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

3.3.1. Reducción del consumo energético y del impacto ambiental	79
3.3.2. Certificaciones Medioambientales de Edificios	80
Capítulo 4. Sistemas de ahorro de agua y energía	83
4.1. Introducción	83
4.2. Marco legal de las instalaciones de evacuación	84
4.3. Principios básicos de la hidráulica	85
4.4. Análisis de los elementos que componen las instalaciones de evacuación	86
4.4.1. Cierres hidráulicos o sifones	86
4.4.2. Redes de pequeña evacuación	87
4.4.3. Bajantes de aguas residuales	87
4.4.4. Bajantes de aguas pluviales	87
4.4.5. Colectores	87
4.5. Optimización de las redes de evacuación	88
4.6. Sistemas ahorradores de agua	89
4.6.1. Inodoros	89
4.6.2. Urinarios	91
4.6.3. Lavabos	92
4.7. Redes de ventilación	94
4.7.1. Ventilación primaria	94
4.7.2. Ventilación secundaria	94
4.7.3. Ventilación terciaria	95
4.7.4. Ventilación mediante válvulas de aireación	95
4.7.5. Optimización de las redes de ventilación	95
4.8. Pautas de diseño para obtener instalaciones insonorizadas	98
4.9. Conclusión	100
Bibliografía	100
Capítulo 5. Climatización de oficinas con aerotermia	101
5.1. Introducción	101
5.2. Sistemas de climatización	101
5.2.1. Sistemas todo aire	104
5.3.2. Sistemas todo agua	107
5.3.3. Sistemas aire-agua	108
5.3.4. Sistemas todo refrigerante	108
5.3. Sistemas de recuperación de calor y ahorro energético en instalaciones de climatización	109
5.4. Climatización de edificios de oficinas	112
5.4.1. Parámetros a controlar por el sistema de climatización	113
5.4.2. Elección del sistema de climatización	116
5.5. Medidas y opciones para la mejora de la eficiencia	119
5.5.1. Sondas de CO ₂	119
5.5.2. Ventiladores con tecnología brushless para <i>fan-coils</i>	120
5.5.3. Bombas de caudal variable	120
5.5.4. Sistemas de control centralizados y monitorización remota	121
Bibliografía	122



Capítulo 6. Sistemas de aislamiento térmico en la envolvente	123
6.1. Introducción	123
6.2. Aislamiento por el interior del edificio	124
6.3. Rehabilitación fachada por el exterior del edificio	126
6.3.1. Sistema SATE	126
6.3.2 Sistema fachada ventilada o estanca	127
6.4. Rehabilitación de cubiertas por el interior del edificio	129
6.5 Rehabilitación de elementos de separación horizontal	131
6.6. Insuflado en cámara	133
6.7. Puentes térmicos lineales	133
Referencias bibliográficas	137
Capítulo 7. Aislamiento térmico en el acristalamiento	139
7.1. Introducción	141
7.2. Acristalamientos con Aislamiento Térmico Reforzado	142
7.2.1. Funcionamiento de vidrios de Aislamiento Térmico Reforzado	143
7.2.2. Valor U de un acristalamiento	147
7.3. Acristalamientos con Control Solar	149
7.3.1. Factor Solar de un acristalamiento	152
7.3.2. Funcionamiento de un vidrio de Control Solar	161
Bibliografía	161
Capítulo 8. Climatización de edificios con sistemas de calderas	163
8.1. Introducción	163
8.2. Tecnología de las calderas de agua caliente para calefacción y acs. Rendimientos y ventajas de las calderas de condensación	164
8.3. Normativa de aplicación para instalaciones con calderas. Rendimientos mínimos exigidos	170
8.4. Justificación de la instalación de calderas de condensación. Ahorro de combustible	172
Caso Práctico: Reforma de Edificio de Oficinas en Pº de la Castellana, Madrid	174
8.5. Recomendaciones para mejorar el ahorro energético con calderas en oficinas y despachos	174
8.6. Soluciones técnicas con equipos autónomos de generación de calor para ubicación en exteriores	177
Capítulo 9. El papel del control y la automatización	179
9.1. Introducción	179
9.2. Sistemas de control	180
9.2.1 Directivas reguladoras	181
9.2.2 Acciones que implican ahorro en el control	182
9.2.3 Conexiones entre dispositivos	184
9.3. Estrategias de control	185
9.3.1. Análisis de consumos	186
9.3.2. Adquisición de datos	187
9.3.3. Normalización, conversión y enriquecimiento de datos	187



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

9.3.4	Archivado de los datos adquiridos e indicadores de rendimiento	190
9.3.5	Diferentes posibilidades de evaluación gráfica	190
9.3.6	Un análisis regresivo facilita la interpretación de los datos	193
9.3.7	Los sistemas de gestión de energía proporcionan transparencia	194
Capítulo 10. Medidas de ahorro en equipamientos ofimáticos y que contribuyen a la reducción del impacto medioambiental		197
10.1	Introducción	197
10.2	Características de los productos que contribuyen al ahorro y eficiencia energética	198
10.2.1	Impresión a doble cara	198
10.2.2	Gestión de la digitalización y gestión documental	198
10.2.3	Pull Printing	199
10.2.4	Reducción del tamaño de los aparatos ofimáticos	200
10.2.5	...y los servicios	201
10.3	Nuevas tecnologías que contribuyen al ahorro y eficiencia energética	201
10.4	Etiquetas ecológicas y su relación con el ahorro y eficiencia energética	202
10.4.1	Energy Star	203
10.4.2	EPEAT	205



1 MEDIDAS PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

1.1. INTRODUCCIÓN

Para una correcta gestión energética en las oficinas, es necesario conocer los aspectos que determinan cuáles son los elementos más importantes a la hora de lograr la optimización energética, conocimiento que nos permita un mejor aprovechamiento de nuestros recursos y un ahorro tanto en el consumo como en el dimensionamiento de las instalaciones.

De la diversidad de instalaciones que puede acoger el Sector, así como del catálogo de servicios que en ellos se ofrece, depende el suministro de ENERGÍA.

Las aplicaciones que más consumo de energía concentran son: Electricidad, Iluminación y Climatización.

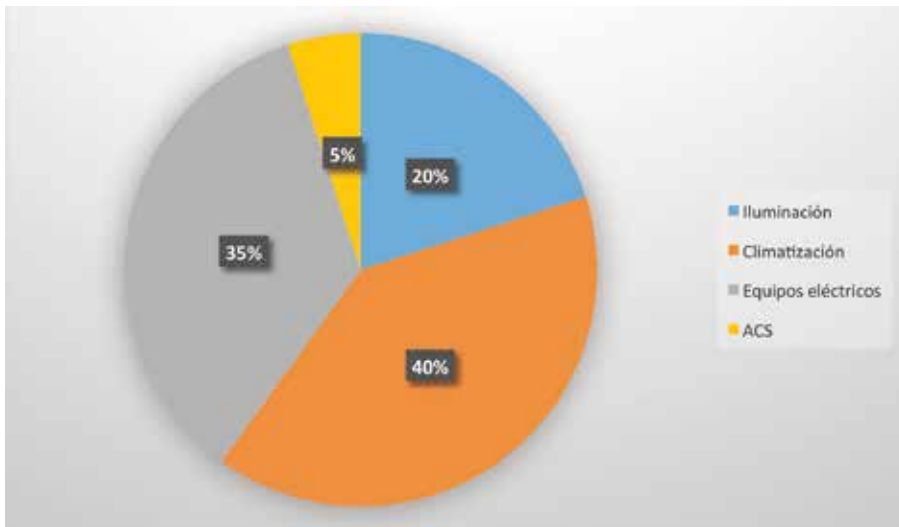


Figura 1.1. Distribución de consumos en oficinas. Fuente: Endesa.



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

El consumo de energía como una variable más dentro de la gestión de un negocio, adquiere relevancia cuando de esa gestión se pueden obtener ventajas que se traducen directamente en ahorros reflejados en la cuenta de resultados.

Se han de contemplar dos aspectos fundamentales que permiten optimizar el coste de la energía y, por lo tanto, maximizar el beneficio.

□ OPTIMIZACIÓN DE TARIFA

REVISIÓN DE LOS CONTRATOS DE ENERGÍA

- ELECTRICIDAD
- GAS

□ OPTIMIZACIÓN DE INSTALACIONES

ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES

- DETECCIÓN DE PUNTOS DE MEJORA
- ESTABLECIMIENTO DE PLANES DE MEJORA
- VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA MEJORA

1.2. OPTIMIZACIÓN TARIFARIA

Para conseguir una adecuada optimización de las tarifas en la factura eléctrica, se han de identificar los conceptos en los cuales se pueden obtener mayores ahorros, en el caso de la energía eléctrica.

1.2.1. Término de potencia

En los últimos años ha cobrado especial relevancia la incidencia del término fijo de la potencia contratada en la suma total de la factura eléctrica, motivo por el cual es de especial importancia optimizar la potencia contratada en cada periodo a las necesidades reales de la instalación.



Figura 1.2. Evolución del precio del término de potencia. **Fuente:** Endesa.

La potencia contratada nos determina la tarifa eléctrica que se le aplicará, diferenciando las diferentes posibilidades:

Tabla 1.1. Definición de los peajes de acceso

2.0 A	Peaje simple	$P \leq 10 \text{ kW}$
2.0 DHA	Peaje simple con discriminación	$P \leq 10 \text{ kW}$
2.1 A	Peaje simple	$10 \leq P \leq 15 \text{ kW}$
2.1 DHA	Peaje simple con discriminación	$10 \leq P \leq 15 \text{ kW}$
3.0	Peaje general	$P \geq 10 \text{ kW}$

Fuente: Endesa.

TARIFA 2.0 ($P \leq 10 \text{ kW}$)

PEAJES en 2009 → Regualdos según la ITC/3519/2009

Término de potencia: 16,63 €/kW any

Término de energía: 0,057 €/kWh

PEAJES en 2016 → Regualdos según la IET/2444/2014 y IET/107/2014

Término de potencia: 42,04 €/kW any

Término de energía: 0,044 €/kWh

POTENCIA > 150% **ENERGÍA > 20%**



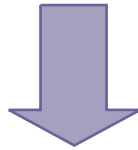
Figura 1.3. Desglose y evolución de precios en la tarifa 2.0 ($P \leq 10 \text{ kW}$). **Fuente:** Endesa.



TARIFA 3.0 (P > 15 kW)

PEAJES en 2009 → Regualdos según la ITC/3519/2009

	Periodo tarifario 1	Periodo tarifario 2	Periodo tarifario 3
Tp: €/kW y año.....	13,171455	7,902873	5,268582
Te: €/kWh.....	0,057035	0,038228	0,014198



POTENCIA > 200%
ENERGÍA < 60%

PEAJES en 2016 → Regualdos según la IET/2444/2014 y IET/107/2014

Figura 1.4. Desglose y evolución de precios en la tarifa 3.0 (P>15 kW). **Fuente:** Endesa.

Como podemos comprobar, el aumento del precio del término fijo de la factura tiene una relevante incidencia en el total de la factura, con lo cual la optimización de ésta nos puede aportar una disminución entre el 15 y 30 % del importe total de la misma.

1.2.2. Discriminación horaria

Tarifa 2.0DHA / 2.1 DHA / 2.0 DHS / 2.1 DHS (P < 15 kW)

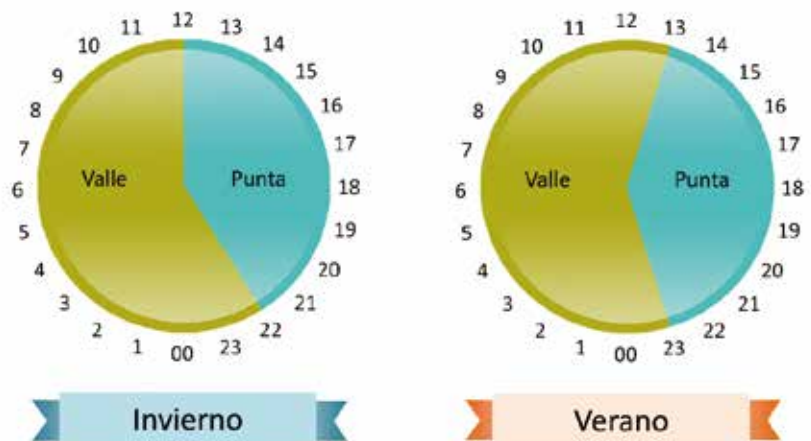


Figura 1.5. Discriminación horaria en la tarifa 2.0 y 2.1 DHA / 2.0 y 2.1 DHS (P < 15 kW). **Fuente:** Endesa.



Tarifa 3.0A (P > 15 kW)

La tarifa 3.0 permite tener diferentes potencias contratadas en cada periodo, de forma que podemos disminuir la potencia contratada de aquellos periodos en los que haya menos consumo.

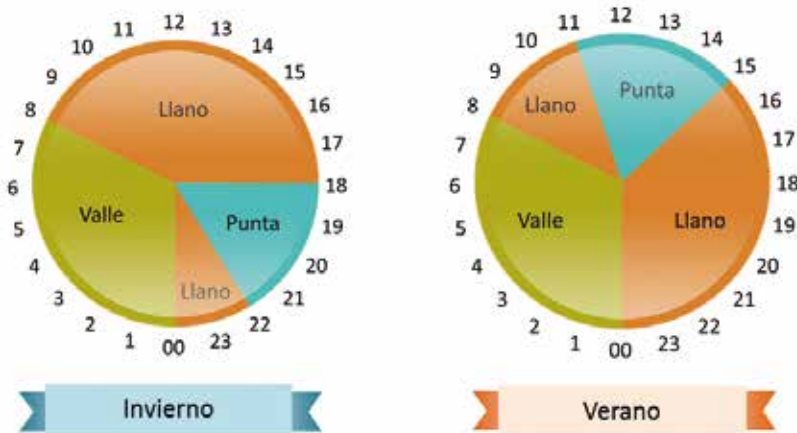


Figura 1.6. Discriminación horaria en la tarifa 3.0A (P>15 kW). Fuente: Endesa.

1.2.3. Mercado liberalizado: Gas y Electricidad

Aspectos más relevantes de la contratación en el Mercado Liberalizado:

- **PRECIO:** el precio no está fijado por la Administración y la oferta varía en cada comercializadora.
- **ELECCIÓN:** la elección de la comercializadora debe basarse en el Catálogo de Servicios adicionales, además del Precio.
- **¿CÓMO CONTRATO?:** la comercializadora elegida gestiona el alta del nuevo contrato.

En todo caso se ha de tener en cuenta:

- Con el cambio de comercializadora **NO** se realiza ningún corte en el suministro.
- Los contratos suelen ser anuales.
- Se puede volver al Mercado Regulado.
- La comercializadora gestiona las incidencias de suministro, aunque es la distribuidora la responsable de las mismas.



1.3. OPTIMIZACIÓN DE INSTALACIONES

1.3.1. Estudio del consumo

El coste derivado del consumo de energía es susceptible de ser minorado a través de la optimización de las instalaciones y maquinaria con las que contamos en nuestras oficinas.

Para ello, es necesario conocer nuestro consumo y cuáles son las características de nuestras instalaciones.

Se pretende establecer la estructura de consumo energético del Sector, analizando las fuentes de energía utilizadas, y los usos finales a los que se destina.

1.3.1.1. Consumo de energía en oficinas y despachos

En este apartado, vamos a utilizar los datos derivados de distintos trabajos realizados y los datos de consumo extraídos de la bibliografía disponible.

La distribución del consumo energético, entre energía eléctrica y energía térmica, demandada por una instalación del Sector, depende de varios factores: del tipo de oficina, actividad que desempeña como empresa, su situación, categoría, tamaño, etc.

No obstante, es la gran potencia eléctrica contratada, el consumo eléctrico del sistema de climatización, maquinaria mayoritariamente informática y la iluminación, los sistemas que proporcionan más gasto.

1.3.1.2. Distribución del consumo energético

En las oficinas se consume, esencialmente, energía eléctrica. La climatización, red informática, maquinaria de reprografía e iluminación son los sistemas que determinan la cuantía de las facturas de electricidad.

A la hora de realizar la distribución del consumo energético en el Sector se observa que, aún teniendo en cuenta la gran variedad de sectores empresariales, instalaciones, situación geográfica, etc., los sistemas antes nombrados son constantes en la distribución del consumo de energía, ya que son independientes de la actividad profesional asociada a la oficina.

Como podemos observar son, sin duda, las partidas destinadas a la climatización y al funcionamiento de maquinaria eléctrica las principales consumidoras de energía de una oficina. Por lo tanto, los principales esfuerzos de los empresa-



rios a la hora de realizar inversiones en ahorro energético, han de ir dirigidos a la reducción de dicho consumo, bien mediante la utilización de tecnologías más eficientes, bien mediante la elección de la tarifa más adecuada.

1.3.2. Parámetros de eficiencia energética

El consumo energético de una oficina supone uno de sus gastos principales. La abundante maquinaria y la constante climatización e iluminación son piezas fundamentales en la rentabilidad del mismo.

Por otra parte, no siempre un mayor consumo energético equivale a un mejor servicio. Se conseguirá un grado de eficiencia óptimo cuando el consumo y el confort estén en la proporción adecuada.

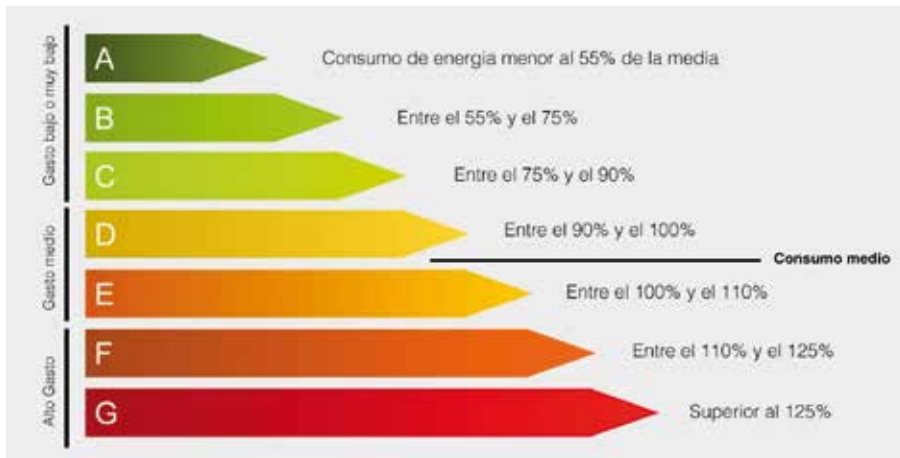


Figura 1.7. Etiqueta de eficiencia energética. Fuente: Endesa.

Desde este punto de vista, mediante una pequeña contabilidad energética a partir de los consumos anuales de energía eléctrica y agua, se pueden obtener los ratios de consumo energético de la oficina.

A partir de estos ratios, los profesionales del Sector pueden clasificar su local desde el punto de vista de la eficiencia energética, y tomar las medidas necesarias para reducir el consumo y coste de la energía.

1.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en oficinas

A continuación se presentan algunas posibilidades de optimización de las instalaciones.



Tabla 1.2. Mejoras potenciales y estimación del ahorro en Sistemas de equipamiento

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Climatización (bombas de calor con recuperación de calor)	Aumento del rendimiento de la máquina y recuperación de calor para ACS.	Mediante balance energético (energía entrante = saliente).	Reducción en el consumo eléctrico. Producción de ACS para consumo.	40
Climatización (bombas de calor sist. inverter/VRV)	Disminución del consumo y de la potencia de arranque	Sustitución del equipo por una bomba de calor inverter/ VRV	Reducción en el consumo eléctrico.	55
Climatización (Aerotermita)	Disminución del consumo y de la potencia de arranque, y producción de agua para calefacción y ACS	Sustitución del equipo por una bomba de calor de aerotermita.	Reducción en el consumo eléctrico. Producción de calefacción y ACS para consumo.	60
Ventilación (Recuperador de calor)	Disminución de las pérdidas de refrigeración y calefacción por la ventilación	Sustitución de la unidad de ventilación por una que incluya recuperación de calor	Reducción en el consumo en climatización, y acondicionamiento térmico gratuito del aire de aportación	25
Motores eléctricos	Disminución de la potencia de arranque (Mediante curva de arranque controlado por rampa).	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Optimización de la potencia de contrato, reduciendo el coste de la factura.	15
Bombas circulación fluidos (general)	Optimización del consumo eléctrico, según la presión del agua.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	15
Bombas agua climatización	Optimización del consumo eléctrico, según la diferencia de temperatura ida y retorno.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste de la factura eléctrica.	15
Iluminación: zonas auxiliares	Pasillos, lavabos, sátonos etc. Reducción del tiempo de uso.	Incorporando temporizadores/detectors de presencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura.	40
Lámparas di-croicas	Reducción del consumo eléctrico (reducción de la potencia).	Cambio por lámparas LED	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	60
Iluminación exterior	Optimización del consumo.	Cambio por lámparas LED	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	60
Iluminación interior (fluorescentes)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio por tubos tipo LED	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste en la factura eléctrica.	60
Iluminación interior (incandescencia)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio por tubos tipo LED	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste en la factura eléctrica.	60



Agua	Reducción consumo de agua.	Instalación de limitador de caudal.	Reducción del consumo eléctrico o gas. Reducción del coste en la factura eléctrica o gas.	20
	Reducción del consumo de ACS, mediante desplazamiento del grifo monomando.	Sustitución de los grifos convencionales por grifos monomando especiales.		15

1.3.3.1. Iluminación

Las empresas pueden beneficiarse con una iluminación eficiente y efectiva de las oficinas. Hoy en día el lugar de trabajo es un ambiente complejo y fluido, que involucra un amplio rango de tareas visuales. Brillo mínimo en pantallas, bajo contraste lumínico a lo largo del espacio de trabajo, reducción del costo energético son solo algunos de los requerimientos fundamentales. Actualmente se dispone de soluciones innovadoras que combinan lo último en tecnología LED con diseño elegante.

La luz influye sobre las emociones de las personas, como ven su espacio y su mundo, y como empiezan y terminan el día. La evolución de la tecnología LED nos permite transformar la iluminación de las oficinas de sus edificios e instalaciones, asegurando que su inversión inicial será reintegrada lo más rápido posible.

La iluminación es un apartado que representa un elevado consumo eléctrico dentro del Sector, dependiendo este porcentaje del tamaño del edificio, de las instalaciones complementarias y del clima de la zona donde esté ubicado. Este consumo puede oscilar en torno a un 20 %.



Figura 1.8. Sala de espera de un edificio de oficinas. **Fuente:** Endesa.



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

Es por ello, que cualquier medida de ahorro energético en iluminación tendrá una repercusión importante en los costes.

□ Ahorro en costes de energía

Los tubos LED son hasta un 66 % (20W vs 58W) más eficientes que las lámparas TL-D, por lo que puede ahorrar en costes de energía sin que se vea afectada la calidad de la iluminación.

Tabla 1.3. Ahorro anual al sustituir una bombilla convencional por LED.

TIPO BOMBILLA	POTENCIA BOMBILLA	HORAS DE USO	CONSUMO ANUAL kWh	PRECIO kWh	GASTO ECONÓMICO	AHORRO
Incandescente	100 W	8	292	0,16	46,72 €	-
Bombilla led	11 W	8	32,12	0,16	5,13 €	89 %
Bajo consumo	30 W	8	87,6	0,16	14,01 €	-
Bombilla led	9 W	8	17,5	0,16	2,80 €	80 %
Tubo fluorescente	30 W	8	87,6	0,16	14,01 €	-
Bombilla led	9 W	8	17,5	0,16	2,80 €	80 %

Fuente: Endesa.

□ Duraderos y fiables

Con una vida útil de 40.000 horas superan a las lámparas TL-D en 25.000 horas para disfrutar de un menor mantenimiento y coste operativos.

□ Luz de alta calidad

Nuestros tubos LED ni parpadean, ni provocan deslumbramiento. La luz 100 % instantánea tiene una gran uniformidad de color y aspecto visual en una gama de temperaturas de color.

□ Una opción respetuosa con el medio ambiente

Los tubos LED son una alternativa sin mercurio a los tubos fluorescentes tradicionales, una opción responsable que también puede contribuir a sus valores de compromiso con el medio ambiente.

Con una potencia lumínica de hasta 3100 lúmenes, los tubos LED de Alto Flujo ofrecen una calidad lumínica brillante con el mejor índice de lúmenes por vatio. Un simple cambio para oficinas y centros sanitarios que ahorra energía, pero ofrece una iluminación brillante y acogedora.



Se estima que podrían lograrse reducciones de entre el 20 % y el 65 % en el consumo eléctrico de alumbrado, merced a la utilización de componentes más eficaces, al empleo de sistemas de control y a la integración de la luz natural.

Tabla 1.4. Equivalencias entre diferentes luminarias.

LED	INCANDESCENTE	HALÓGENA	BAJO CONSUMO
3 W	25 W		
5 W	40 W	35 W	9 W
7 W	50 W	50 W	
9 W	60 W		18 W
10 W	80 W		20 W
15 W	100 W		24 W
TUBO LED	FLUORESCENTE	FOCOS LED	FOCO ESTÁNDAR
60 cm 8 W	18 W	10 W	50 W
120 cm 16 W	36 W	20 W	100 W
150 cm 24 W	52 W	30 W	150 W
		50 W	200 W
DOWNLIGHT			
	LED		FLUORESCENTE COMPACTO
	18 W		52 W

Fuente: Endesa.

A continuación se muestra una tabla orientativa sobre el porcentaje de ahorro aproximado que se puede conseguir por sustitución de lámparas por otras más eficientes.

Tabla 1.5. Ahorro energético por sustitución de lámparas.

ALUMBRADO INTERIOR		
SUSTITUCIÓN DE	POR	% AHORRO
Incandescencia	Fluorescentes Compactas	76 %
Incandescencia	LED	85 %
Halógena Convencional	Fluorescentes Compactas	74 %
Halógena Convencional	LED	85 %
Fluorescentes Compactas	LED	35 %
Fluorescente Convencional	LED	55 %
Downlight 52W	LED 18W	65 %
Foco	Foco LED	80 %

Fuente: Endesa.



Ejemplo de ahorro en la sustitución de lámparas fluorescentes convencionales por tubo LED:

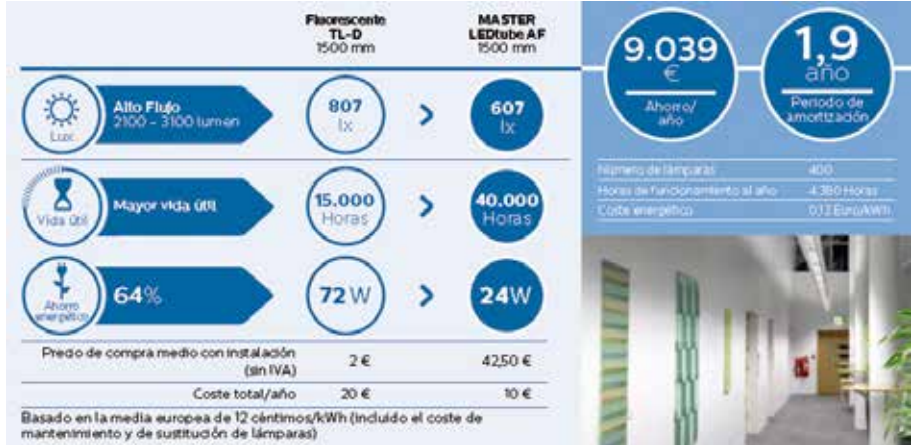


Figura 1.9. Ahorro en la sustitución de lámparas fluorescentes convencionales por tubo LED. Fuente: Endesa.

□ Lámparas fluorescentes con balastos electrónicos

Las lámparas fluorescentes son generalmente las lámparas más utilizadas para las zonas donde se necesita una luz de buena calidad y pocos encendidos. Este tipo de lámpara precisa de un elemento auxiliar que regule la intensidad de paso de la corriente, que es la reactancia o balasto.

Los balastos electrónicos no tienen pérdidas debidas a la inducción ni al núcleo, por lo que su consumo energético es notablemente inferior.

En la Tabla 4.1. se muestra como varía el consumo energético en un tubo fluorescente de 58 W, al sustituir el balasto convencional por un balasto de alta frecuencia.

Tabla 1.6. Comparación entre balastroconvencional y balastro electrónico.

Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto convencional		Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto electrónico	
POTENCIA ABSORBIDA		POTENCIA ABSORBIDA	
Lámparas (2 x 58 W)	116 W	Lámparas (2 x 51 W)	102 W
Balasto Convencional	30 W	Balasto electrónico	11 W
TOTAL	146 W	TOTAL	113 W
DISMINUCIÓN CONSUMO ENERGÉTICO		22,60 %	

Fuente: Endesa.



La tecnología de los balastos electrónicos de alta frecuencia permite además la regulación de la intensidad de la lámpara, lo cual a su vez nos sirve para adaptar el nivel de iluminación a las necesidades y consumos con aporte de iluminación exterior. Dichos balastos presentan las siguientes características:

- Mejoran la eficiencia de la lámpara y del sistema.
- Mejoran el confort y reducción de la fatiga visual al evitar el efecto estroboscópico.
- Optimizan el factor de potencia.
- Proporcionan un arranque instantáneo.
- No producen zumbidos ni ruidos.
- Permiten una buena regulación del flujo luminoso de la lámpara.
- Incrementan la vida de la lámpara.

El inconveniente de la aplicación del balasto electrónico está en su inversión, que es mayor que la de uno convencional, lo que hace que se recomiende la sustitución en aquellas luminarias que tengan un elevado número de horas de funcionamiento.

En el caso de instalación nueva es recomendable a la hora de diseñar el alumbrado, tener en cuenta la posibilidad de colocar luminarias con balasto electrónico, ya que en este caso el coste de los equipos no es mucho mayor y se amortiza con el ahorro que produce.

❑ Sustituciones luminarias

La luminaria es el elemento donde va instalada la lámpara y su función principal es la de distribuir la luz producida por la fuente de la forma más adecuada a las necesidades existentes.

Muchas luminarias modernas contienen sistemas reflectores cuidadosamente diseñados para dirigir la luz de las lámparas en la dirección deseada. Por ello, la remodelación de instalaciones viejas utilizando luminarias de elevado rendimiento generalmente conlleva un sustancial ahorro energético, así como una mejora de las condiciones visuales.

❑ Aprovechamiento de la luz diurna

El uso de la luz diurna tiene un impacto considerable en el aspecto del espacio iluminado, y puede tener implicaciones importantes a nivel de la eficiencia



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

energética. Los ocupantes de un edificio generalmente prefieren un espacio bien iluminado con luz diurna, siempre que se eviten los problemas de deslumbramiento y de calentamiento.

Los principales factores que afectan a la iluminación de un interior, mediante luz diurna, son la profundidad del espacio, el tamaño y la localización de ventanas y claraboyas, de los vidriados utilizados y de las sombras externas. Estos factores dependen en general del diseño original del edificio. Un diseño cuidadoso puede producir un edificio que será más eficiente energéticamente y que tendrá una atmósfera en su interior más agradable.



Figura 1.10. Vista desde la oficina de Endesa. **Fuente:** Endesa.

Hay que tener en cuenta que para un máximo aprovechamiento de la utilización de la luz natural es importante asegurar que la iluminación eléctrica se apaga cuando con la luz diurna alcanza una iluminación adecuada. Esto se consigue mediante el uso de sistemas de control apropiados, y puede requerir un cierto nivel de automatización.

Es también conveniente, pintar las superficies de las paredes de colores claros con una buena reflectancia, de forma que se maximice la efectividad de la luz suministrada. Colores claros y brillantes pueden reflejar hasta un 80 % de la luz incidente, mientras que los colores oscuros pueden llegar a reflejar menos de un 10 %.

□ Sistemas de control y regulación

Un buen sistema de control de alumbrado asegura una iluminación de calidad mientras sea necesario y durante el tiempo que sea preciso. Con un sistema de control apropiado pueden obtenerse sustanciales mejoras en la eficiencia energética de la iluminación de un edificio.



Un sistema de control de la iluminación completo combina sistemas de control de tiempo, sistemas de control de la ocupación, sistemas de aprovechamiento de la luz diurna y sistemas de gestión de la iluminación.

Implantando detectores de presencia en las zonas comunes, pasillos, lavabos, podemos conseguir importantes ahorros, evitando consumos innecesarios debidos a consumos pasivos en horas de nula ocupación de las oficinas.

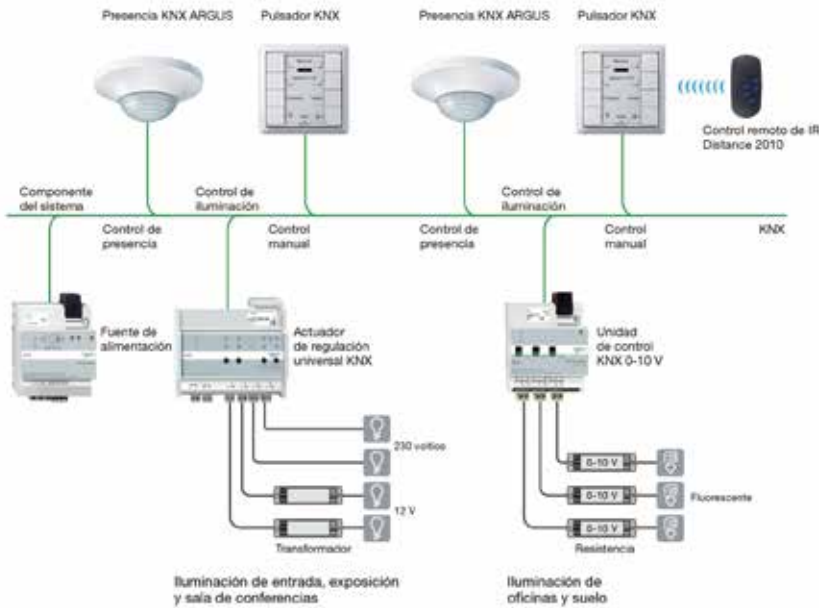


Figura 1.11. Esquema básico del sistema de regulación KNX. **Fuente:** Endesa.

1.3.3.2. Calefacción y aire acondicionado

Como hemos visto, podemos encontrar ahorros entre un 10 % y un 40 % gracias a la optimización de las instalaciones.

❑ Características constructivas

Para unas condiciones climatológicas determinadas, la demanda térmica de un edificio de oficinas dependerá de sus características constructivas: la ubicación y orientación del edificio, los cerramientos utilizados en fachadas y cubiertas, el tipo de carpintería, el acristalamiento y las protecciones solares.

Desde la aplicación del Código Técnico de la Edificación CTE, así como las correspondientes modificaciones del mismo, queda limitada la demanda de energía de



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

los edificios de nueva construcción, de acuerdo con la zona climática, así como su ubicación, y uso. Todas estas condiciones vienen delimitadas en aplicaciones del Documento Básico Ahorro de Energía HE.

Debido a la aplicación del CTE a mediados del 2006 de parte de sus documentos, y en aplicación total a partir del 17 de marzo del 2007, los edificios de nueva construcción a partir de esta fecha cuentan con un mejor aislamiento térmico global, y en consecuencia un menor consumo de energía. Se estima que entre un edificio que le ha sido de aplicación el CTE frente a uno anterior tienen un ahorro en consumo de energía primaria del orden del 25-30 %.

Todos los edificios de nueva construcción en aplicación del CTE deben tener una certificación de eficiencia energética E y en las posteriores modificaciones se ha subido a D, mientras que en la mayoría de edificios anteriores a la aplicación del CTE suelen tener una certificación energética de E a G.

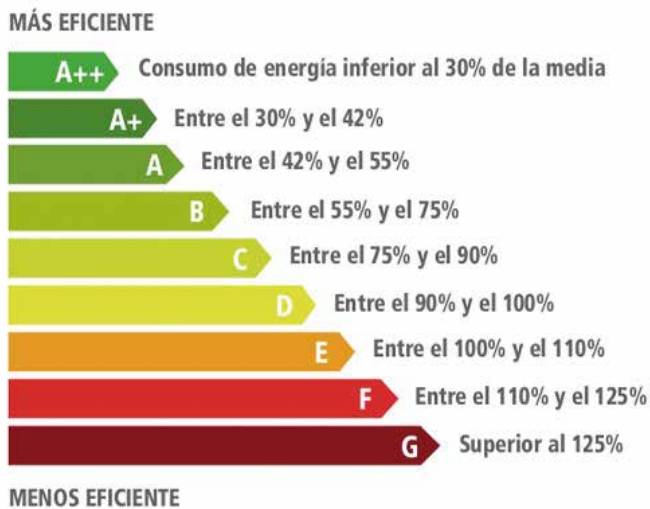


Figura 1.12. Clasificación del edificio en función de su consumo con respecto al conjunto de las instalaciones. **Fuente:** Endesa.

Podemos observar en el gráfico anterior la diferencia del consumo de energía del edificio en función del certificado energético obtenido del edificio respecto a la media.

□ Control y regulación

Otra mejora importante a la hora de reducir la demanda energética de calefacción y aire acondicionado, consiste en la implantación de un buen sistema



de control y regulación de la instalación, que permita controlar el modo de operación en función de la demanda de cada momento y en cada zona del edificio.

Se pueden obtener ahorros del 20-30 % de la energía utilizada en este apartado mediante: la sectorización por zonas, el uso de sistemas autónomos para el control de la temperatura en cada zona, la regulación de las velocidades de los ventiladores o la regulación de las bombas de agua.



Figura 1.13. Sistemas de control y regulación en una oficina. **Fuente:** Endesa.

Los sistemas de gestión centralizada permiten un control de la temperatura en función de que la sala se encuentre desocupada, reservada u ocupada. De este modo, el sistema permite controlar los parámetros de temperatura y humedad, que son los que influyen en la sensación de confort, manteniendo los equipos en modo de espera.

Esta temperatura de espera se determina de modo que la temperatura de la sala pueda llevarse a la temperatura de confort en pocos minutos.

A parte estos sistemas también incorporan el control de ventilación, con lo que esta se puede ajustar a las necesidades reales de cada zona, bien por el control mediante detectores de presencia, o bien mediante sondas del control de la calidad del aire, sonda CO₂.

Con las nuevas tecnologías existentes estos sistemas de control se integran en la nube, con lo que es posible el control de la totalidad del sistema de forma remota. También permite la integración de diferentes sensores, contadores de energía... Lo cual permite un control total de la instalación, así como obtener un historial de funcionamiento de la instalación, esto permite comprobar los hábitos de los usuarios y funcionamiento del sistema.



Figura 1.14. Sistema de control de la totalidad desde una forma remota.

Fuente: Endesa.

Con este sistema se obtiene un importante ahorro energético, ya que por cada grado que se disminuye la temperatura ambiental, el consumo energético disminuye en un 5-7 %, por lo que el ahorro de energía que se consigue con el empleo de estos controles es del 20-30 % del consumo de climatización durante esas horas.

□ *Free-cooling*

Es conveniente también que la instalación vaya provista de un sistema de *free-cooling*, para poder aprovechar, de forma gratuita, la capacidad de refrigeración del aire exterior y así reducir la temperatura interior del edificio cuando las condiciones lo permitan.

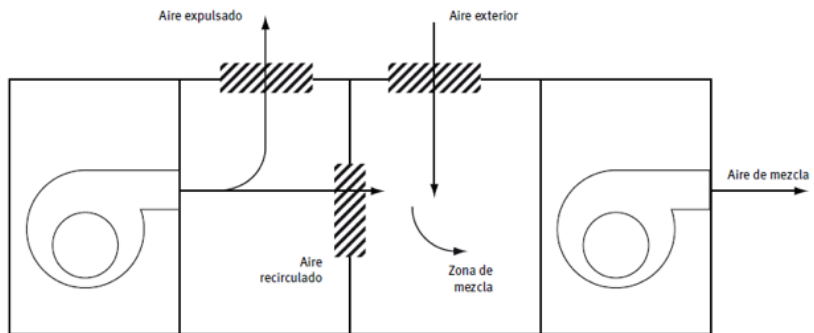


Figura 1.15. Esquema de funcionamiento de *free-cooling*. **Fuente:** Endesa.



Esta medida requiere la instalación de un sistema de control del aire introducido, en función de la entalpía del aire exterior y del aire interior, consiguiendo de esta forma importantes ahorros energéticos.

Con estos sistemas pueden conseguirse un ahorro de energía anual del orden del 17 %, esto dependerá de la configuración del edificio, horas de funcionamiento de la ventilación, caudal de ventilación, etc.

□ Aprovechamiento del calor de los grupos de frío

En las instalaciones de aire acondicionado, el calor del condensador que extraen los equipos frigoríficos puede ser utilizado, mediante intercambiadores de calor, para la producción de agua caliente que puede ser requerida en otra parte de las instalaciones.

Este aprovechamiento puede suponer por un lado un ahorro importante de energía para la producción de agua caliente sanitaria y por otro, un ahorro por menor consumo eléctrico del condensador.



Figura 1.16. Sala de calderas y paneles termosolares. **Fuente:** Endesa.

□ Recuperación de calor del aire de ventilación

Esta mejora consiste en la instalación de recuperadores de calor del aire de ventilación. En el recuperador se produce un intercambio de calor entre el aire extraído del edificio, y el aire exterior que se introduce para la renovación del aire interior.

De esta manera, se consigue disminuir el consumo de calefacción durante los meses de invierno, ya que el aire exterior de renovación se precalienta en el recuperador, y en verano se disminuye el consumo eléctrico asociado al aire acondicionado.

Desde el 2007 en aplicación del Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, es obligada la recuperación de energía del aire expulsado cuando el caudal de este sea superior a $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ($1.800 \text{ m}^3/\text{h}$).

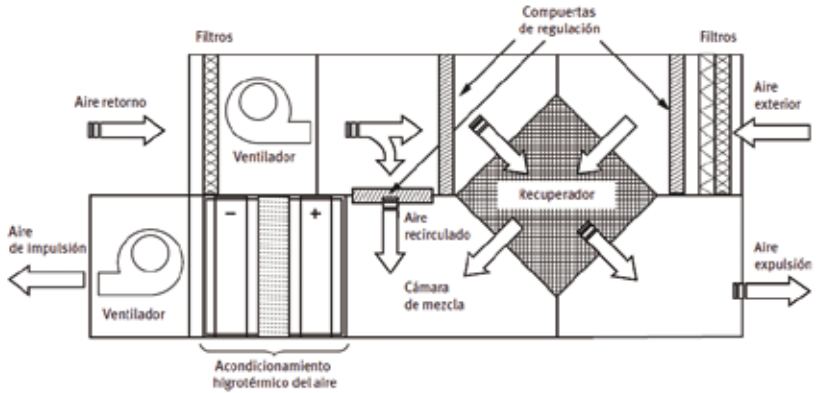


Figura 1.17. Esquema del sistema de recuperación de calor del aire de ventilación.

Fuente: Endesa.

La eficiencia de estos viene determinada por el mismo RITE, con un mínimo del 40 %. Esto significa que del aire expulsado en la renovación de aire se recupera un 40 % del calor/ o frío que se está expulsando, ya que este es traspasado al aire de aportación, con lo que ya entra en el local en unas condiciones más favorables de temperatura que las que tenía inicialmente.



Figura 1.18. Sistema de recuperación de calor del aire de ventilación.

Fuente: Endesa.



En un sistema de ventilación continuo durante el horario de la actividad podemos conseguir un ahorro de energía entre 20-27 %.

□ **Bombas de calor**

La bomba de calor es un sistema reversible que puede suministrar calor o frío a partir de una fuente externa cuya temperatura es inferior o superior a la del local a calentar o refrigerar, utilizando para ello una cantidad de trabajo comparativamente pequeña.

El rendimiento de las bombas de calor convencionales (COP o EER) es del orden de entre 2.5 y 4, rendimiento que está muy por encima del de una caldera de combustible, por lo que, aunque la electricidad tiene un precio más elevado, estos equipos en muchos casos representan una alternativa más competitiva que la utilización de calderas para la producción del calor, dependiendo del coste del combustible utilizado.

Tabla 1.8. Clasificación de las bombas de calor según el medio de origen y destino de la energía.

CLASIFICACIÓN BOMBAS DE CALOR		
	MEDIO DEL QUE SE EXTRAE LA ENERGÍA	MEDIO AL QUE SE CEDE ENERGÍA
SEGÚN MEDIO DE ORIGEN Y DE DESTINO DE LA ENERGÍA	AIRE	AIRE
	AIRE	AGUA
	AGUA	AIRE
	AGUA	AGUA
	TIERRA	AIRE
	TIERRA	AGUA

Fuente: Endesa

En los últimos años esta tecnología ha evolucionado introduciendo los sistemas de bomba de calor inverter o VRV (Volumen de Refrigerante Variable), a diferencia de los sistemas convencionales, en los cuales el control de temperatura se realiza con un termostato que actúa parando y arrancando lo equipos, en consecuencia, el compresor, con lo que provoca picos elevados de consumo, sistema todo o nada, los sistemas inverter o VRV actúan sobre el compresor variándose su velocidad, mediante un variador de frecuencia, ajustando su velocidad a la demanda real en cada momento.

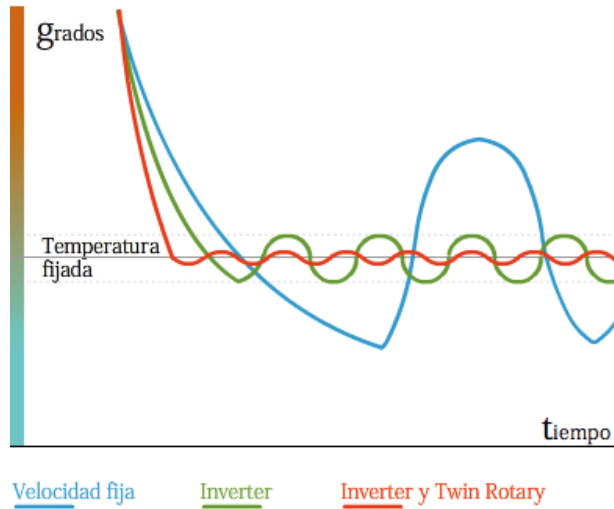


Figura 1.19. Comparativa entre diferentes modelos de bomba de calor.

Fuente: Endesa.

Con estos sistemas mejoramos el confort ya que la oscilación de la temperatura es mucho menor que en el sistema tradicional, alargamos la vida del compresor, menos paradas y arranques, y un ahorro energético frente al sistema convencional.

Dependiendo del fabricante y modelo de bomba de calor, se pueden conseguir rendimientos (COP o EER) superiores a 4. Comparando un sistema convencional de bomba de calor antiguo con un sistema de bomba de calor inverter el ahorro de energía eléctrica puede estar entre el 30-60 % al año.

La utilización de bombas de calor puede resultar especialmente interesante en instalaciones de nueva construcción emplazadas en zonas con inviernos suaves; con una inversión menor que en un sistema mixto de refrigeración y calefacción, se consigue además un ahorro de espacio y se simplifican las operaciones de mantenimiento.

Algunos tipos de bombas de calor pueden producir simultáneamente frío y calor, lo que se llaman instalaciones a 3 tubos, donde el sistema aprovecha la energía excedente del circuito para suministrar calor en las unidades que lo demanden si el sistema funciona en modo frío o bien a la inversa si está en modo calor. Los sistemas a 3 tubos son del orden de 15 % más eficientes que los de 2 tubos.

Otra posibilidad dentro de este apartado es la utilización de bombas de calor con motor de gas.



Por otra parte, las bombas de calor ofrecen una clara ventaja en relación con el medio ambiente si las comparamos con los equipos de calefacción convencionales. Tanto la bomba de calor eléctrica, como la de gas, emiten considerablemente menos CO₂ que las calderas. Una bomba de calor que funcione con electricidad procedente de energías renovables no desprende CO₂.

□ Aerotermia

La necesidad de disponer de equipos más eficientes ha provocado que surjan nuevos sistemas de climatización, como es el caso de la aerotermia. La aerotermia se basa en extraer energía gratuita del aire exterior mediante una bomba de calor invertir de alta eficiencia. Las bombas de calor utilizadas para la climatización se utilizan para calentar o enfriar el aire de los locales a climatizar, siendo por lo general sistemas de aire-agua o de expansión directa de un refrigerante.

En los sistemas de aerotermia las bombas de calor son del tipo aire-agua, se extrae el calor, la energía existente del aire exterior, y la cede al agua que se aporta al sistema de calefacción y agua caliente sanitaria. Con estos sistemas es posible climatizar, frío o calor, los locales y producir ACS.

Estos sistemas poseen un rendimiento muy alto, el COP o ERR están del orden de 4 a 5 dependiendo del fabricante, esto significa que por cada kWh eléctrico consumido puede producir en condiciones óptimas de funcionamiento 5 kWh térmicos.

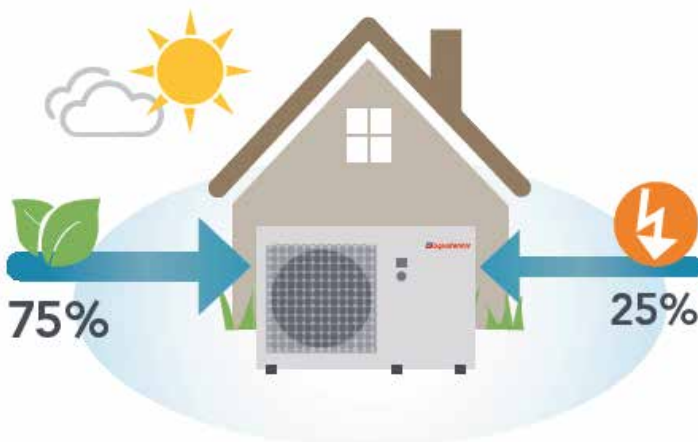


Figura 1.20. Esquema de aportación de energía en una bomba de calor.

Fuente: Endesa.



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

Estos sistemas pueden trabajar con temperaturas exteriores hasta $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Estos sistemas se pueden integrar en sistemas de calefacción por suelo radiante y de radiadores de baja temperatura. El ahorro de estos sistemas frente a los tradicionales de calefacción están entorno al 60 % en el caso de sistemas de suelo radiante y entorno al 30 % en los sistemas de radiadores.

□ Ahorro de agua

La disminución del consumo de agua no solamente redonda en una reducción del gasto por este concepto, sino que además conlleva un ahorro energético importante debido a la disminución del consumo del combustible necesario para su calentamiento.

El consumo de agua debido a las pérdidas en la instalación debe ser eliminado. Estas pérdidas, además de un mayor consumo de agua, provocan un mayor número de horas de funcionamiento de los equipos de bombeo, con el consiguiente incremento del gasto energético y un mayor gasto en productos de tratamiento del agua.

Para disminuir el consumo de agua en las diferentes instalaciones, se proponen las siguientes medidas:

MEDIDAS PARA EL AHORRO DE AGUA

- Trabajar con presiones de servicio moderadas: 15 mm c.a. en el punto de consumo son suficientes.
- La instalación de grifos con sistemas de reducción de caudal sin merma del servicio ofrecido al cliente, los cuales permiten reducciones de caudal de entre el 30 % y el 65 %. Existe en el mercado una gran variedad de modelos, para todos los puntos de utilización (lavabos, duchas, fregaderos, fuentes, etc.).
- Instalación de grifos temporizados en lavabos.
- El empleo del sistema *WC Stop* para cisternas, el cual economiza hasta un 70 % de agua, pudiendo el usuario utilizar toda la descarga de la cisterna si fuera necesario.
- Sistemas de regeneración de aguas, es decir aprovechamiento del agua residual de lavabos y duchas para los inodoros.
- Sistema de recirculación para ACS.



La Tabla 1.9. recoge los consumos de agua por persona y día para los usos más frecuentes, una estimación del coste anual por ambos conceptos (agua y energía) y el posible ahorro económico anual que se obtendría con la aplicación de las anteriores medidas.

Tabla 1.9. Valoración económica de los diferentes sistemas de ahorro de agua.

	DUCHA	LAVABO	WC	TOTAL
Consumo diario por persona (litros)	200	50	72	322
Consumo anual (m ³)	55	14	20	88
Energía necesaria	1.643	411	0	2.053
Coste agua (€/año)	49	12	18	79
Coste energía (€/año)	89	22	0	111
Coste total (€/año)	138	34	18	190
Ahorro estimado	50 %	40 %	50 %	40-50 %
Ahorro económico (€/año)	69	14	9	92

Fuente: Endesa.

1.3.4. Gestión y mantenimiento energéticos

1.3.4.1. Mantenimiento

El correcto mantenimiento consigue los estándares de calidad y reduce los costes energéticos. Si se realiza un mantenimiento preventivo bueno, disminuirá la necesidad de un mantenimiento correctivo y como resultado se obtendrá un mejor rendimiento de la instalación, una reducción de costes y una mejor calidad de servicio.



PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO

- Sustituir los filtros según las recomendaciones del fabricante, mantener limpias las superficies de los intercambiadores, así como rejillas y venteos en las conducciones de aire.
- Verificar los controles de funcionamiento de forma regular.
- Verificar que todas las electroválvulas y compuertas abren y cierran completamente sin atascos.
- Verificar que termostatos y humidostatos trabajan adecuadamente.
- Verificar el calibrado de los controles.
- Revisar la planta de calderas y los equipos de combustión regularmente.
- Detectar fugas de agua en conducciones, grifos y duchas y repararlas inmediatamente.
- Limpiar las ventanas para obtener la máxima luz natural.
- Limpiar lámparas y luminarias regularmente, y reemplazar según los intervalos recomendados por el fabricante.

Como consecuencia de un mal funcionamiento de las instalaciones se pueden producir consumos excesivos de energía. Por ello, se debe establecer un programa regular de mantenimiento.

En los sistemas de gestión actuales ya se integra el mantenimiento de las instalaciones, así como los correspondientes avisos y alarmas, en caso de mal funcionamiento, con lo que se mejora el funcionamiento y mantenimiento de la instalación.

1.3.4.2. Sistemas de Gestión

Las nuevas técnicas de comunicación permiten la implantación de sistemas de gestión de energía y otros más sofisticados como los sistemas expertos, que son capaces de gestionar gran cantidad de datos y controlar las instalaciones. Cuando se instala un sistema de gestión o un sistema experto, el objetivo es obtener un uso más racional de las instalaciones, ahorrar energía, reducir mano de obra, reducir averías y prolongar la vida útil de los equipos



como medidas principales. Estos sistemas expertos son capaces de controlar el consumo de energía optimizando los parámetros de forma que se obtenga un mínimo coste energético.

Normalmente, el sistema de gestión está basado en un ordenador y en un *software* de gestión. No obstante, el elemento del programa debe ser siempre el operador o persona encargada de la gestión energética.

BENEFICIOS DE LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL

- Gestión racional de las instalaciones.
- Control de consumos.
- Aumento del confort.
- Ahorro energético.
- Reducción de averías.
- Prolongación de la vida útil de los equipos.
- Ahorro en mantenimiento.

Debido a las nuevas tecnologías estos sistemas se ha simplificado su implantación al poder integrar elementos de control o que transmiten la información, de forma inalámbrica, sin necesidad de cablear la instalación para la toma de datos, así como poder realizar el control y la gestión de forma remota, integrándose en sistemas de gestión *on-line*, lo cual permite su control desde cualquier dispositivo móvil que disponga conectividad de datos, como son los smartphones, tabletas, etc.

Uno de los resultados más inmediatos de la instalación de un sistema de gestión es la disminución del consumo de energía, obteniéndose unos ahorros que oscilan entre el 10 % y el 30 %.

1.3.5. Eficiencia energética de edificios. Análisis de la Directiva 2010/31/UE y Directiva 2012/27/UE

El 16 de Diciembre de 2002 se aprobó la Directiva 2002/91/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, esta fue modificada mediante la Directiva 2010/31/UE del



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios, con el objeto de fomentar la eficiencia energética de los edificios de la Comunidad Europea,

De esta manera, se pretende limitar el consumo de energía, y por lo tanto, de las emisiones de dióxido de carbono del sector de la vivienda y de los servicios. Este sector, compuesto en su mayoría por edificios, consume el 40 % del consumo final de energía de la Comunidad Europea.

Las medidas adoptadas para reducir el consumo de energía en la Unión, permitirán, junto con un mayor uso de la energía procedente de fuentes renovables, que la Unión cumpla el Protocolo de Kyoto, y la consecución del triple objetivo para 2020, consistente en:

- 20 % de reducción de las emisiones totales de gases de efecto invernadero.
- 20 % de aumento de la eficiencia energética.
- 20 % del consumo total de energía, procedente de fuentes renovables.

Por otra parte la Directiva introduce este nuevo concepto como aquel edificio “[...] con un nivel de eficiencia energética muy alto [...]. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno” y establece sendas fechas, el 31 de Diciembre de 2018 y de 2020, para su aplicación a todos los nuevos edificios propiedad y ocupados por autoridades públicas, y para todos los edificios nuevos, respectivamente.

Con posterioridad se aprobó la DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de octubre de 2012 Relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE.

Esta tiene por objeto establecer un marco común de medidas para el fomento de la eficiencia energética dentro de la Unión a fin de asegurar la consecución del objetivo principal de eficiencia energética de un 20 % de ahorro para 2020, y preparar el camino para mejoras ulteriores de eficiencia energética más allá de ese año. Establecer normas destinadas a eliminar barreras en el mercado de la energía y a superar deficiencias del mercado que obstaculizan la eficiencia en el abastecimiento y el consumo de energía. Disponer el establecimiento de objetivos nacionales orientativos de eficiencia energética para 2020.

En la tabla 1.11 se muestra el consumo de energía final (ktep) el 2014 y la variación respecto el 2013, así como gráficamente su distribución.



Tabla 1.11. Consumo de energía final y su variación entre los años 2013 y 2014.

CONSUMO ENERGÍA FINAL (ktep)

	2013	2014	Tasa de variación %
Carbón	1.523	1.315	-13,7
Gases Derivados del Carbón	230	232	0,9
P. Petrolíferos	39.054	38.572	-1,2
Gas	14.784	14.156	-4,2
Electricidad	19.953	19.576	-1,9
Energías renovables	5.293	5.294	0,0
Total usos energéticos	80.836	79.145	-2,1

Usos no energéticos:

Carbón	0	42	
Prod. Petrolíferos	4.549	3.841	-15,6
Gas natural	470	539	14,7
Total usos finales	85.855	83.525	-2,7

Fuente: Libro de la Energía en España, Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

CONSUMO ENERGÍA FINAL (KTEP)

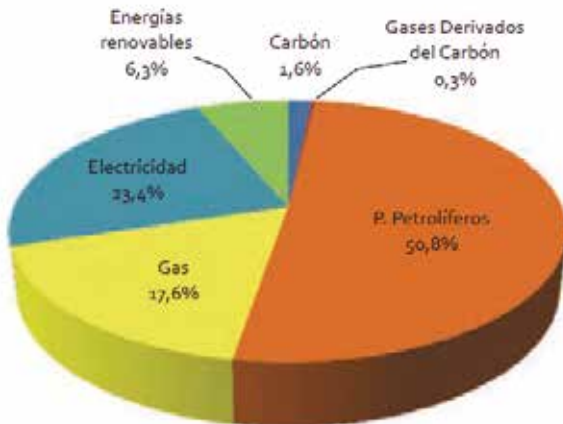


Figura 1.21. Consumo de energía final en el año 2014.

Fuente: Libro de la Energía en España, Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Los requisitos de eficiencia energética que se establezcan en cada país tendrán en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como los requisitos ambientales interiores y la relación entre el coste y



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

la eficacia en cuanto a ahorro energético de las medidas que se exijan. Estas Directivas establecen requisitos en relación con:

- El marco general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada en los edificios.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios nuevos.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de grandes edificios existentes que sean objeto de reformas importantes.
- La certificación energética de edificios.
- La inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado de edificios y además, la evaluación del estado de las instalaciones de calefacción con calderas de más de 15 años.

En los edificios con una superficie útil total de más de 1000 m², la Directiva establece que se considere y se tenga en cuenta la viabilidad técnica, medioambiental y económica de sistemas alternativos como:

- Sistemas de producción de energía basados en energías renovables.**
- Sistemas de cogeneración.**
- Calefacción o refrigeración central o urbana, cuando ésta esté disponible.**
- Bombas de calor, en determinadas condiciones.**

Para los existentes, la Directiva establece que se han de tomar las medidas necesarias para que, cuando se efectúen reformas importantes en edificios con una superficie útil total superior a 1000 m², se mejore su eficiencia energética para que cumplan unos requisitos mínimos, siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable.

La Directiva 2012/27/UE, introduce **la obligación de rehabilitación de edificios de las Administraciones Nacionales**, según el artículo 5, a partir del 1 de enero de 2014 debe renovarse el 3 % de la superficie acondicionada propiedad y ocupada por gobierno central en su territorio, considerando inmuebles mayores de 500 m² (250 m² a partir del 9 de julio de 2015) que no alcancen los parámetros mínimos establecidos por la Directiva de eficiencia energética



en edificios. La renovación consistirá, al menos, en llevarlos hasta el nivel de exigencia establecido por esta última norma, y que en España se materializa principalmente en el Código Técnico de la Edificación y el Reglamento de Instalaciones Técnicas de los Edificios.

Esto obligaba a los Estados Miembros a elaborar, antes de final de 2013, una lista de edificios que cumplan con los criterios señalados, e incluir su superficie y datos de rendimiento energético. El Documento de Trabajo de la CE SWD/2013/0445, al que haremos referencia luego, señala la labor adelantada en este sentido por el cumplimiento de los requisitos de certificación energética de edificios públicos establecido por la Directiva de eficiencia energética en edificios.

Como fuentes de financiación el título preliminar 54 hace referencia a mecanismos "innovadores" de financiación, y pone por el ejemplo el uso de los ingresos por las subastas nacionales de derechos de emisiones de efecto invernadero en el contexto del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea.

Asimismo, la Directiva "anima" a los organismos regionales y locales y a organismos de derecho público encargados de vivienda social a adoptar medidas de ahorro energético, implantar un sistema de gestión energético, y a que recurran a los productos ofrecidos por las empresas de servicios energéticos.

1.3.5.1. Certificado de eficiencia energética

La transposición de la referencia a la certificación en la Directiva de eficiencia energética en edificios del año 2002, se hizo a través del Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, mediante el que se aprobó un Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, quedando pendiente de regulación, mediante otra disposición complementaria, la certificación energética de los edificios existentes.

Antes de que se regulara la certificación de edificios existentes tuvo lugar la aprobación del texto refundido de la Directiva de eficiencia energética en edificios de 2010, circunstancia que hace necesario transponer de nuevo al ordenamiento jurídico español las modificaciones que introduce con respecto a la Directiva modificada.

Si bien esta transposición podría realizarse mediante una nueva disposición que modificara el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, y que a la vez completara la transposición contemplando los edificios existentes, parece pertinente que, por economía administrativa, se realice mediante una única disposición que refundiendo lo válido de la norma de 2007, la derogue y complete, incorporando las novedades que incorpora la nueva directiva y amplíe su ámbito a todos los edificios, incluidos los existentes.



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

En consecuencia, mediante el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, se transpone parcialmente la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, en lo relativo a la certificación de eficiencia energética de edificios, refundiendo el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, con la incorporación del Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios existentes, teniendo en consideración además la experiencia de su aplicación en los últimos cinco años. El Real Decreto 235/2013 prevé tres situaciones en las que es obligatorio obtener el certificado (artículo 2):

- En edificios nuevos. Su certificación tendrá dos partes: la de proyecto, que se incluirá en el proyecto de ejecución, y la de edificio terminado, que confirmará los datos de la primera, debiendo modificarse, de no ser así, ésta. (art. 8). El responsable de que se obtenga es el Promotor (agente de la edificación) o propietario (art. 5.1).
- En edificios existentes o partes de edificios existentes cuando se vendan, o alquilen a un nuevo arrendatario (por tanto no es aplicable en renovaciones). El responsable de que se obtenga es el propietario (art. 5.1).
- En edificios o partes de edificios ocupados por una autoridad pública, frecuentados por el público y con superficie superior a 250 m². La definición de autoridad pública (aclaración 3.1) es la del artículo 2 de la Ley 30/1992. El responsable es el propietario, ya sea un tercero, si la administración es arrendataria, ó la propia administración, si es propietaria.

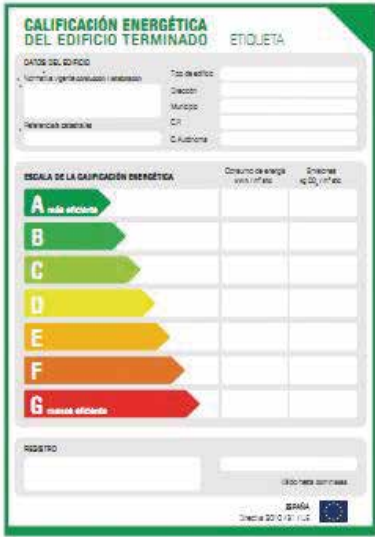
Además, la Ley de Rehabilitación, Regeneración y Renovación Urbanas introduce como parte del Informe de Evaluación de Edificios el certificado de eficiencia energética. Por tanto, será obligatoria su obtención para los edificios existentes a los que corresponda disponer del Informe (ver disposición transitoria primera de la Ley).

Éstos son:

- Los que deben obtener el informe de acuerdo con el calendario establecido por las autoridades autonómicas o municipales. El mínimo establecido por la Ley estatal es cada diez años para edificios de más de 50 años de antigüedad (en los 5 años siguientes al que alcance esa edad), pero los niveles inferiores de la administración pueden introducir condiciones más restrictivas (en cuanto a los edificios afectados y la periodicidad). Dado que la orientación de la ley respecto a los municipios que dispongan de Inspección Técnica de Edificaciones en funcionamiento es completar sus contenidos, lo más probable será que los calendarios y ámbitos de aplicación sean en esos municipios, los ya existentes (art. 9.2).
- Previamente a la solicitud de cualquier ayuda a la conservación, para la accesibilidad o para la rehabilitación energética del edificio.



El certificado de eficiencia energética o certificado energético es un documento oficial redactado por un técnico competente que incluye información objetiva sobre las características energéticas de un inmueble. En este sentido, la certificación energética califica energéticamente un inmueble calculando el consumo anual de energía necesario para satisfacer la demanda energética de un edificio en condiciones normales de ocupación y funcionamiento. (incluye la producción de agua caliente, calefacción, iluminación, refrigeración y ventilación).



Con el certificado energético obtendremos la calificación energética del edificio, la cual nos indicara la eficiencia energética de nuestro edificio en relación al edificio de referencia, obteniendo la correspondiente letra de la letra A (edificio más eficiente energéticamente) a la letra G (edificio menos eficiente energéticamente). Además, también constará, entre otros datos, información sobre el consumo de energía anual (kWh/año y kWh/m²) y sobre el consumo de CO₂ Anual (kgCO₂/año y kgCO₂/m²). Este certificado tendrá una validez máxima de 10 años.

Figura 1.22. Ejemplo de etiqueta de calificación energética. **Fuente:** Endesa.

En esta obtendremos los correspondientes valores de consumo de energía primaria no renovable y de emisiones de CO₂ anuales. Se pueden observar los valores que correspondiente dependiendo de la letra obtenida.

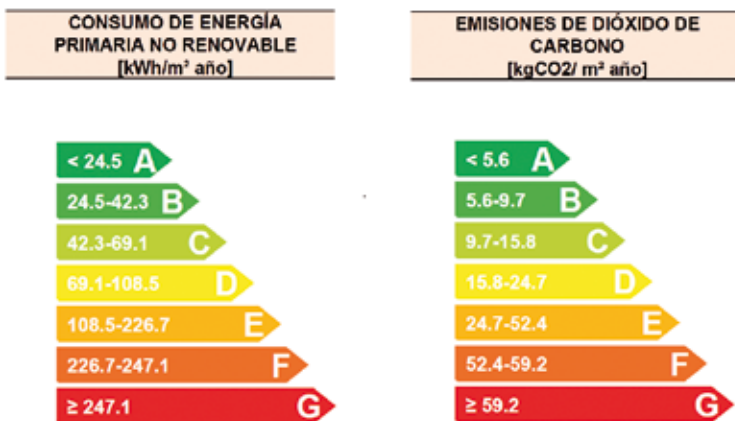


Figura 1.23. Etiqueta de calificación energética con los valores de consumo de energía primaria no renovable y emisiones de CO₂. **Fuente:** Endesa.



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

Podemos observar en los gráficos anteriores que la diferencia de un edificio con calificación G a uno con calificación A el consumo de energía primaria es 10 veces superior, por lo que como mejor calificación obtengamos menor consumo de energía primaria tendremos, este es un valor a tener en cuenta en el caso de compra o alquiler de un local o vivienda, ya que a parte del coste de compra o de alquiler también sabremos el coste energético del mismo y podremos comparar con otros locales o viviendas.

El certificado de eficiencia energética de un edificio ha de incluir valores de referencia, como la normativa vigente y valoraciones comparativas, con el fin de que los consumidores puedan comparar y evaluar la eficiencia energética del edificio. El certificado ha de ir acompañado de recomendaciones para la mejora de la relación coste-eficacia de la eficiencia energética.

1.3.5.2. Inspección de calderas y de los sistemas de aire acondicionado

La Directiva exige que se establezcan inspecciones periódicas de las calderas que utilicen combustibles no renovables, líquidos o sólidos, y tengan una potencia nominal efectiva comprendida entre 20 y 100 kW. Este mandato, desarrollado en el articulado y en la IT 4 del RITE, necesita de un procedimiento o protocolo práctico que establezca cómo llevar a cabo las labores de medición del rendimiento de las calderas y de sus emisiones de CO₂, de forma que su resultado tenga la necesaria y suficiente validez.

La inspección del generador de calor comprenderá:

- Análisis y evaluación del rendimiento
- Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento que se establecen en la IT.3, relacionadas con el generador de calor y de energía solar térmica, para verificar su realización periódica, así como el cumplimiento y adecuación del "Manual de Uso y Mantenimiento" a la instalación existente.
- La inspección incluirá la instalación de energía solar, en caso de existir, y comprenderá la evaluación de la contribución solar mínima en la producción de agua caliente sanitaria y calefacción solar.

Serán inspeccionados periódicamente los generadores de frío de potencia térmica nominal instalada mayor que 12 kW. La inspección del generador de frío comprenderá:

- Análisis y evaluación del rendimiento.



- Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento que se establecen en la IT.3, relacionadas con el generador de frío, para verificar su realización periódica, así como el cumplimiento y adecuación del "Manual de Uso y Mantenimiento" a la instalación existente.
- La inspección incluirá la instalación de energía solar, en caso de existir, y comprenderá la evaluación de la contribución de energía solar al sistema de refrigeración solar.

Cuando la instalación térmica de calor o frío tenga más de 15 años de antigüedad, contados a partir de la fecha de emisión del primer certificado de la instalación, y la potencia térmica nominal instalada sea mayor que 20 kW en calor o 12 kW en frío, se realizará una inspección de toda la instalación térmica, que comprenderá, como mínimo, las siguientes actuaciones:

- Inspección de todo el sistema relacionado con la exigencia de eficiencia energética regulada en la IT.1 de este RITE.
- Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento que se establecen en la IT.3, para la instalación térmica completa y comprobación del cumplimiento y la adecuación del "Manual de Uso y Mantenimiento" a la instalación existente.
- Elaboración de un dictamen con el fin de asesorar al titular de la instalación, proponiéndole mejoras o modificaciones de su instalación, para mejorar su eficiencia energética y contemplar la incorporación de energía solar. Las medidas técnicas estarán justificadas en base a su rentabilidad energética, medioambiental y económica.

1.4. CONCLUSIONES

El beneficio empresarial es el objetivo de toda actividad económica privada. El incremento de la competencia hace cada vez más difícil el incremento en la facturación, sin embargo, no es el único camino para conseguir mejoras en el beneficio. El recorte de costes en particular los de componente fijo o semifijo se convierte en un arma estratégica para aumentar la competitividad y el éxito de la empresa a medio y largo plazo.

Sin embargo, antes de encaminar los pasos para lograr reducir los costes, es necesario pararse a pensar cuáles son las variables sobre las que se debe actuar para conseguir mayor eficacia en esta tarea. Por ello, dentro del **sector de oficinas y despachos** se debe tener en cuenta que está sometido a elevados consumos energéticos. El ahorro energético que se puede conseguir con una combinación de actuaciones sobre diferentes puntos, ayudará al gestor a incrementar la rentabilidad de la empresa y a su vez,



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

a conseguir una reducción del impacto medioambiental producido por su actividad.

Este documento muestra a modo de resumen, la idea de que un estudio pormenorizado de consumos y demandas energéticas nos indicará las variables sobre las que hay que actuar prioritariamente, a fin de conseguir la mayor efectividad con el menor esfuerzo económico. Esto se conseguirá con Auditorías Energéticas.

Las actuaciones recomendadas en este documento se han fundamentado sobre la propia tarifa energética, sobre las instalaciones y sobre otros aspectos de calidad y seguridad en el suministro. Se han propuesto diferentes opciones y se propone un **PLAN DE GESTIÓN DE LA DEMANDA**.

Parece una obviedad el recomendar antes de nada una revisión de la factura eléctrica, pero es fundamental conocer el punto de partida para establecer un objetivo. Y ese objetivo tiene una sola finalidad: el ahorro. Las necesidades varían a lo largo de la vida empresarial y es muy probable que una atenta revisión permita una selección de Tarifa más adecuada para el momento actual, que no tiene por qué ser la misma que la que se seleccionó al inicio de la actividad empresarial. Por otra parte, el consumo diario no es constante a lo largo de la jornada por lo que el componente horario determinará las necesidades reales en cada momento del día. Una adecuada asesoría tarifaria ayudará en la detección de oportunidades de ahorro. El ahorro producido por una adecuada selección tarifaria es inmediato y se pone de manifiesto en la primera factura.

No hay que olvidar que la instalación y, por tanto, el entorno, debe ser el adecuado para los servicios prestados y la potencia contratada, en consecuencia, debe responder a las necesidades buscando siempre la eficiencia energética en las instalaciones. Dicha eficiencia proporcionará ahorros que sumados a los que se han conseguido con una adecuada selección tarifaria rebajará de modo ostensible los costes energéticos. Hay que tener en mente una máxima: la energía más barata es la que no se consume.

Además, el uso de otras posibilidades como la Energía Solar Térmica o la Aerotermia puede ser una opción interesante para reducir los costes de explotación reduciendo también las emisiones de CO₂.

Por otra parte, un adecuado **estudio termográfico** nos permitirá incrementar la seguridad y la prevención pero, además, evitaremos las averías antes de que éstas se produzcan y con ello las pérdidas energéticas y económicas subsiguientes. La termografía nos permite actuar fundamentalmente sobre las instalaciones eléctricas y sobre los equipos e instalaciones térmicas. Con ello podemos evitar costes de oportunidad, aumentar la eficiencia y conseguir ahorros.

Cada establecimiento tiene unas particularidades específicas, por lo que demanda una atención personalizada.

Por eso Endesa, no sólo identifica minuciosamente a cada uno de sus clientes, sino que establece con ellos una relación de compromiso en la que la **versatilidad de su gama** de productos es la clave fundamental para ofrecerles el servicio que necesitan.

Pero también queremos que obtengan el máximo ahorro posible, por eso, la **Auditoría Energética** es el vehículo más adecuado para conocer nuestras necesidades y las posibilidades de mejora que Endesa pone a su disposición.

Endesa, a través de las auditorías energéticas, lleva a cabo un estudio en profundidad de la instalación, analizando cada uno de sus componentes, orientado hacia la implantación de las tecnologías más adecuadas según el sector, para una **utilización responsable y económica de la energía.**



2 AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALUMBRADO



2.1 INTRODUCCIÓN

En los entornos de las oficinas y zonas de trabajo en general, la eficiencia en la iluminación es un elemento crucial que define parte del confort de la misma.

Esta iluminación debe ser la adecuada para el entorno sobre el que actúa siendo posible que esta se adapte a los cambios. Los nuevos conceptos de iluminación permiten que esta sea adecuada a diferentes situaciones y a las necesidades de las personas lo que permite una iluminación más “humana” e integrada.

Con ello se promueve el bienestar y el rendimiento de los trabajadores. Las soluciones inteligentes de iluminación LED cumplen con estos exigentes requisitos además de ajustarse a las normativas de ahorro energía y reducción de costes.

2.2. FACTORES A VALORAR

❑ Correcta visión

Una correcta visión en el ambiente de trabajo es fundamental ya que el número de horas en las que el trabajador debe estar es elevado. La iluminación debe ser la adecuada y diferente para diferentes escenarios, para el puesto de trabajo, en presentaciones o durante reuniones de trabajo, con el fin de obtener unas condiciones óptimas de visión. Solo es posible trabajar de forma motivada y orientada a resultados si se dan estas condiciones.

Según sea el grado de dificultad de las tareas visuales a realizar, los requerimientos serán diferentes: si se trabaja con objetos de bajo contraste o muy pequeños, se necesitarán niveles más altos de iluminación que harán que el trabajo sea más sencillo y no se fuerce la vista. Si se trabaja con objetos con gamas de colores de diferentes tonalidades y la selección de los mismos es importante deberemos



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

utilizar una iluminación con un alto factor de reproducción de colores. Para evitar que se generen reflejos en los monitores se recomienda la instalación de un sistema de sensores de luz natural que tenga en cuenta el nivel de iluminación natural que tenemos.

Todas estas prescripciones son tomadas en cuenta por la normativa UNE – 12464-1 donde se definen los niveles de iluminación de las superficies de trabajo, paredes y techo, además de establecer directrices sobre el contraste y la reducción del deslumbramiento.

□ El factor humano

Las oficinas y su diseño tienen un alto impacto en las personas que trabajan en ellas. Una iluminación agradable y un ambiente de trabajo positivo son condiciones fundamentales para el bienestar de los trabajadores. Esto a su vez afecta a su rendimiento y por lo tanto al éxito de cualquier compañía. Sin embargo, si la iluminación es insuficiente o inapropiada, esto conducirá a una reducción del rendimiento.

□ Iluminación adaptable

A través de sistemas de control, es posible una gestión inteligente de la iluminación lo que nos permitirá adaptarla de forma rápida y sencilla a las cambiantes exigencias del puesto de trabajo y de la distribución de los espacios. Controles que sean intuitivos permitirán a todo el mundo elegir, las condiciones adecuadas de la iluminación del puesto de trabajo, teniendo en cuenta las tareas a realizar, las condiciones del entorno e incluso el estado de ánimo de las personas.



Figura 2.1. Cambio de temperatura. **Fuente:** Catalogo Eficiencia Lledó.



En las salas de reuniones es posible crear escenas adaptadas a cada situación y personalizadas de forma individual por control remoto. Por ejemplo las luminarias de mesa o de pie ofrecen la posibilidad al usuario de personalizar su luz y adaptarla. Además este tipo de luminarias son de gran flexibilidad ya que pueden ser movidas dentro de la propia oficina e incluso si esta se traslada.

□ Sostenibilidad y Eficiencia

La tecnología LED permite combinar la calidad de la luz y eficiencia energética. Los LED ya ofrecen un potencial considerable de ahorro energético en comparación con lámparas fluorescentes T5 y T8 (son las que habitualmente se utilizan en las oficinas) permitiendo ahorros superiores al 50 %. Además si se combina la tecnología LED con sistemas de inteligentes de control se pueden incrementar aún más estos ahorros. El uso de la iluminación es posible limitarlo a donde realmente se necesita.



Figura 2.2. Oficina Sede Central – Proyecto Lledó.

Fuente: Grupo Lledó.

En este sentido la iluminación LED es regulable al 100 %, pudiendo estar regulada constantemente sin reducir su vida útil sino todo lo contrario ya que al estar regulada incrementará su vida útil.

Además, esta regulación y la incorporación de sensores de gran precisión, permite que espacios que se utilizan esporádicamente, como pasillos o baños, la luz se active solo cuando son utilizados. Se consigue así ahorro energético y confort visual ya que estos sistemas permiten incluso dejar la luz a una muy baja intensidad y de esta forma el usuario no encuentra el espacio a oscuras.



Figura 2.3. Techo integrado.

Fuente: Grupo Lledó.



□ Tecnología

Existen además tecnologías que permiten incluso que aunque la fuente de luz LED se vaya deteriorando (perdiendo flujo luminoso con el uso) la intensidad que la alimenta se incremente con el fin de compensar la pérdida de luminosidad y que permanezca constante durante toda su vida útil.

La iluminación consume aproximadamente el 22 % del total de la electricidad del mundo y solo la sustitución de la iluminación convencional por una solución nueva puede ahorrar entre un 60 % y el 70 % de los costes de la energía.



Figura 2.4. Consumo final de electricidad por tipo de uso. Fuente: Grupo Lledó.

□ Temperatura de Luz

La luz de la iluminación de una oficina debe ser principalmente neutra o fría (4000K) y la repercusión que ello tiene sobre el espacio iluminado y las personas es importante. La luz blanca fría provoca en el ser humano un incremento de la actividad, mayor concentración en el desarrollo de la misma y permite tener mayor agudeza visual.

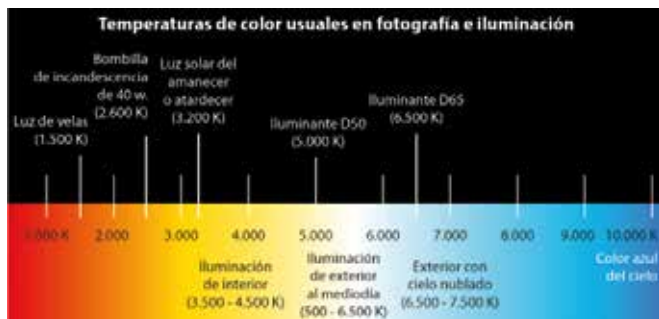


Figura 2.5. Temperaturas de color usables en fotografía e iluminación.

Fuente: Grupo Lledó.



□ Reproducción de los colores

No todas las fuentes de luz reproducen de igual forma los colores de los elementos que nos rodean. Esta reproducción de colores tiene un máximo de 100 y por lo tanto debemos saber que luz poner en cada espacio, se debe poner la luz apropiada para la actividad que se realiza. Lo ideal es tener siempre una buena reproducción de colores pero no todas las tecnologías de las lámparas poseen la misma. Así las lámparas incandescentes y las halógenas poseen una excelente calidad cromática pero con un alto consumo, las lámparas fluorescentes de bajo consumo poseen un consumo muy ajustado pero una pobre reproducción de colores. Por último, actualmente la tecnología LED pueden llegar a una reproducción de colores superior a 90 con lo que suponen una solución óptima desde el consumo energético y desde la calidad de reproducción de colores.

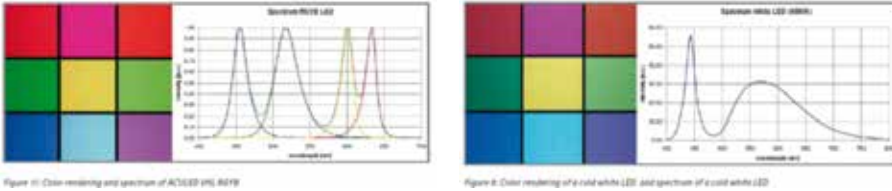


Figura 2.6. Rendimiento de color y espectro para diferentes tipos de LED.

Fuente: Grupo Lledó.

□ Tiempo de uso

Cuando hablamos de ahorrar energía, este factor es muy importante ya que si ponemos una iluminación que ahorre mucho pero sólo la utilizamos 5 minutos al día, es posible que no consigamos reducir nuestra factura energética. Los entornos de trabajo como las oficinas el tiempo de uso anual esta en las 3.000 h con lo que se puede definir como un uso intensivo de la iluminación y por lo tanto poseen un gran potencial de ahorro el incorporar la tecnología LED que ahorra energía directamente así como es susceptible de trabajar con sistemas de regulación que reducirán el consumo.

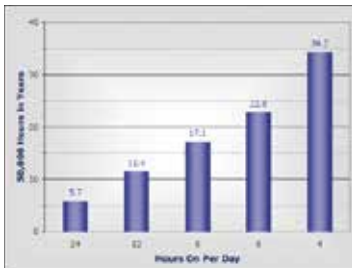


Figura 2.7. Rendimiento de color y espectro para diferentes tipos de LED. Fuente: Grupo Lledó.



□ Vida útil

Todas las fuentes de luz no poseen la misma vida útil y eso influye directamente en los costes de mantenimiento. Dependiendo de la tecnología de las mismas ir desde las 1.000 horas de vida (lámpara incandescente convencional) a las lámparas de LEDs que pueden llegar hasta las 50.000 horas. Del mismo modo, ciertas tecnologías como son las lámparas de fluorescencia no son adecuadas para constantes apagados y encendidos ya que eso provocará una reducción importante de su vida útil.

La tecnología LED posee la vida útil más prolongada de las tecnologías de iluminación y permiten además constantes apagados y encendidos sin acortar la vida de las mismas.



Figura 2.7. Comparativa de la vida útil para diferentes tecnologías.

Fuente: Grupo Lledó.

2.3. MEDIDAS A IMPLEMENTAR

Algunas de las medidas básicas que podemos utilizar para conseguir reducciones del consumo energético en los espacios de trabajo son:

- Encendidos parciales, siempre que sea posible se deben instalar interruptores divididos por zonas diferenciadas para encender solamente las luces que sean necesarias de esta forma se encenderán las luces que se necesitan y no tendremos zonas con luz superflua.
- Las renovaciones de tecnología permiten acometer un cambio total en la tecnología y de esta forma conseguir ahorros importantes. Estas renovaciones son habitualmente punto a punto por lo tanto deben mantenerse las



mismas fotometrías en las nuevas luminarias para así, conseguir la misma homogeneidad de la luz que se diseñó y los niveles de trabajo apropiados.



Figura 2.8. Luminaria Led de formato 600 mm x 600 mm. **Fuente:** Grupo Lledó.

- Luz Natural o DayLight, bajo este término se encierran todas aquellas acciones que hagamos para utilizar la luz natural y en la medida que nos permita se deberá hacer. La luz natural aporta el máximo confort visual posible, la mejor reproducción de colores y su temperatura (cálido/frío) se va modificando a lo largo del día con lo que conseguiremos que nuestros biorritmos se ajusten de forma natural.

Más del 70 % de los puestos de trabajo poseen luz natural en mayor o menor medida por lo que es posible generar grandes ahorros con el uso de sensores de luz natural, cortinas inteligentes que se regulan en función de la luz directa que se tiene y la regulación de las propias luminarias.

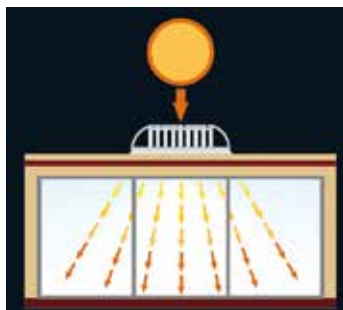


Figura 2.9. Sistema de lucernario con tecnología microprismática. **Fuente:** Grupo Lledó

- Automatización de la iluminación, el uso de sensores nos permitirán que el apagado/encendido de las luces no dependa del apagado físico de un interruptor. Los sensores pueden ser de movimiento/presencia pensados



para zonas de paso, sensores de luz (activan/desactivan la luz en función de la cantidad de luz del sol que haya) pensados para zonas que reciben aporte de luz natural y sensores combinados que compatibilizan varias funciones.

En definitiva la idea es encender la luz cuando se necesita y evitar luz encendida innecesaria. Algunas aplicaciones directas son:

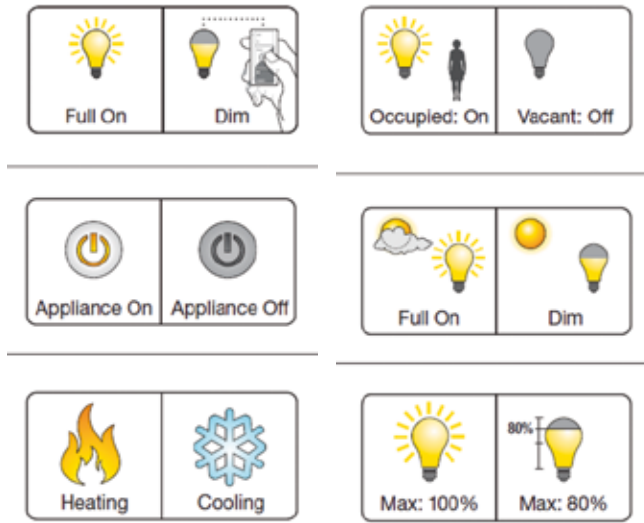


Figura 2.10. Recomendaciones de uso. Fuente: Grupo Lledó.

- Los sensores en los garajes y zonas comunes pueden tener dos fases de encendido. Una de seguridad mientras no hay nadie, que permite tener un mínimo de luz de seguridad y una segunda que activa el 100 % de la iluminación vía el sensor de movimiento/térmico cuando detecta movimiento.



Figura 2.11. Detectores de presencia. Fuente: Grupo Lledó



- Mantenimiento de la iluminación, la tecnología LED permite reducir al máximo el mantenimiento de las luminarias dentro de las 50.000 primeras horas lo que significa que para una oficina estándar el periodo de tiempo libre de mantenimiento está en los 15 años.
- Cultura del ahorro, que nos haga estar pendiente de apagar las luces que no se utilizan y no tener habitaciones encendidas sin que este nadie.

2.4. CRITERIOS Y CONDICIONES DE DISEÑO

En este ámbito del alumbrado interior, la práctica en el diseño de la iluminación y la mayoría de los criterios de calidad existentes en esta materia, se centran en el rendimiento visual y en evitar las molestias oculares. Sin embargo, una instalación de iluminación va más allá de "dar luz" al espacio sobre el que se diseña e incluye la apariencia visual del espacio.

En el diseño de una instalación de alumbrado en lugares de trabajo hay que tener en cuenta una serie de criterios técnicos y económicos cuya correcta aplicación determina la utilidad, eficiencia y económica de explotación de la misma.

Los requisitos de la iluminación se determinan por la satisfacción de las necesidades humanas:

- Confort visual, en el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar; de un modo indirecto también contribuye a un elevado nivel de productividad.

Este confort evita el agotamiento visual en tareas que se realizan en jornadas laborales de varias horas permitiendo a los trabajadores mejorar la productividad.

- Prestación visual, en el que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante periodos más largos.
- Seguridad de las personas.

2.4.1. Criterios luminotécnicos

Son los parámetros técnicos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, rendimiento de color, relación entorno, etc.) exigibles a las instalaciones de lugares de trabajo en interiores como criterios de calidad fundamen-



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

tales son una premisa inicial en un proyecto de iluminación de calidad. Todos ellos están basados en la norma UNE – 12464-1 “Iluminación de Lugares de Trabajo en Interiores”.

2.4.1.1. Distribución de luminancias

La distribución de luminancias en el campo de la visión controla el nivel de adaptación en los ojos que afecta a la visibilidad del área y, en consecuencia, afecta también el control visual. Se mide en cd/m^2 y la misma es necesaria para:

- Agudeza visual (visión detallada).
- Sensibilidad al contraste (discriminación de diferencias de luminancia relativamente pequeña).
- La eficiencia de las funciones oculares (tales como acomodación, convergencia, contracción de la pupila, movimientos del ojo, etc.).

Una incorrecta distribución de la luminancia provocaría:

- Luminancias demasiado elevadas pueden dar lugar a molestos deslumbramientos que aceleran el agotamiento visual
- Contrastes altos de luminancias causan fatiga visual debido a la readaptación constante de los ojos. Una exposición a este tipo de contraste es admisible en tiempos cortos de tiempo pero no en lugares de trabajo con un elevado número de horas expuestos a esta situación.
- Luminancias excesivamente bajas y contrastes de luminancias también demasiado bajos dan un ambiente de trabajo monótono y no estimulantes.

□ Iluminancia

La iluminancia y su distribución en el área de tarea en el área circundante tiene un gran impacto en como una persona percibe y realiza la tarea visual de un modo rápido, seguro y confortable.

Todos los valores de iluminancia especificados en la norma UNE 12464-1 son valores mínimos de iluminancias que satisfacen las necesidades de confort y las prestaciones visuales.

Iluminancias recomendadas en el área de tarea

Los valores dados en la norma son valores mínimos de iluminancias medias mantenidas en el área de tarea sobre la superficie de referencia, que puede



ser horizontal, vertical o inclinada. La iluminancia media para cada tarea no debe caer por debajo de los valores establecidos en las tablas del capítulo 5 de la referida Norma UNE-EN 12464-1, independientemente de la edad y del estado de la instalación. Los valores son válidos para condiciones visuales normales y tienen en cuenta los siguientes factores:

- Aspectos psico - fisiológicos tales como el confort visual y el bienestar.
- Requisitos para tareas visuales.
- Ergonomía visual.
- Experiencia práctica.
- Seguridad.
- Economía.

Con eso y con todo, el valor de la iluminancia puede ajustarse, en al menos un escalón, en una escala de iluminancias si las condiciones visuales difieren de las suposiciones normales.

En condiciones normales de iluminación se requiere aproximadamente 20 lux para discernir características de la cara humana y es el valor más bajo tomado para para la escala de luminancias.

La iluminancia media mantenida requerida debería ser aumentada, cuando:

- El trabajo visual es el crítico.
- Los errores son costosos de rectificar.
- La exactitud o la mayor productividad es de gran importancia.
- La capacidad del trabajador está por debajo de la normal.
- Los detalles de la tarea son de tamaño inusualmente pequeño de bajo contraste.
- La tarea se realiza durante un periodo inusualmente largo.

La iluminación media mantenida exigida puede ser disminuida cuando:

- Los detalles de las tareas son de un tamaño inusualmente grande o de un elevado contraste.
- La tarea se realiza durante un periodo de tiempo muy corto.



2.4.1.2. Uniformidad

Para una correcta percepción de los objetos es preciso que la iluminación en la zona de trabajo sea uniforme, La uniformidad dentro del área de la tarea y de las áreas circundantes inmediatas, nunca será menor que los valores de uniformidad mínima.

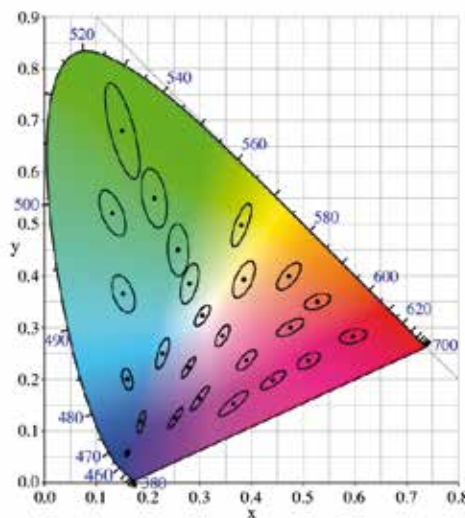
Para la iluminación interior, la uniformidad será:

- $U_0 > 0,40$ en el área circundante inmediata.
- $U_0 > 0,10$ en el área circundante inmediata.

Las luminarias, fuentes de luz, ventanas, lucernarios, etc... situados en la línea de visión de las personas deben tener un brillo controlado, por lo que se recomienda que la luminancia para ángulos de visión críticos (de 45° a 85°) sea menor a 1500 cd/m^2 .

Para áreas con pantalla de ordenador o con monitores de televisión se estima que las luminarias o fuentes de luz tengan una luminancia no superior a 500 cd/m^2 para ángulos mayores a 65° tomados desde la vertical.

La clave a la hora de establecer una iluminación LED correcta es que todos los equipos durante su vida útil tengan una tolerancia aceptable en cuanto a la desviación de color. Para definir lo que es una tolerancia aceptable, la industria de la iluminación ha definido un sistema de medición de uniformidad de color mediante elipses de Mac Adam y de SDCM.



La elipse de Mac Adam mide el nivel de variación del color posible en estos ejes antes de que el ojo humano pueda detectar algún cambio del color. Se pueden trazar entonces una serie de elipses alrededor de cualquier color deseado, y cuanto más cerca del objetivo se encuentre, menos desviación del color se notara cuando las luminarias estén unas al lado de las otras en una instalación.

Figura 2.12. Elipses de MacAdam – CIE 1931 (x,y) Diagrama de cromaticidad.

Fuente: Grupo Lledó.



2.4.1.3. Deslumbramiento

El deslumbramiento es la sensación producida por áreas brillantes dentro del campo de visión y puede ser experimentado bien como ofuscación molesta o perturbadora. También se produce deslumbramiento por reflexiones en superficies especulares.

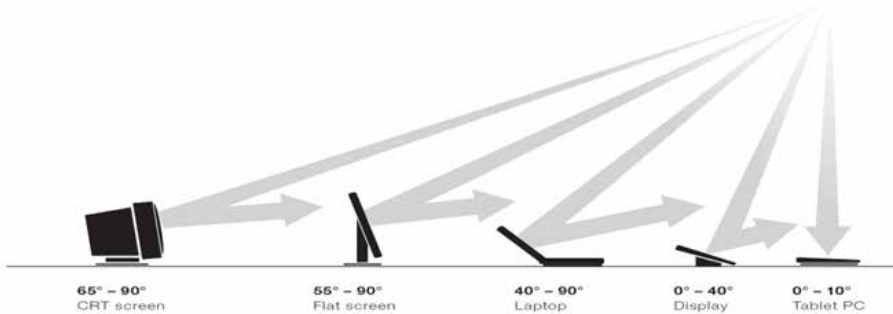


Figura 2.12. Diferentes dispositivos conviven con un único sistema de iluminación.

Fuente: Grupo Lledó.

Es importante reducir el deslumbramiento para evitar errores, fatiga y malestar en la visión. El índice de deslumbramiento molesto se calcula utilizando el método de tabulación del Índice de deslumbramiento Unificado de la CIE (UGR).

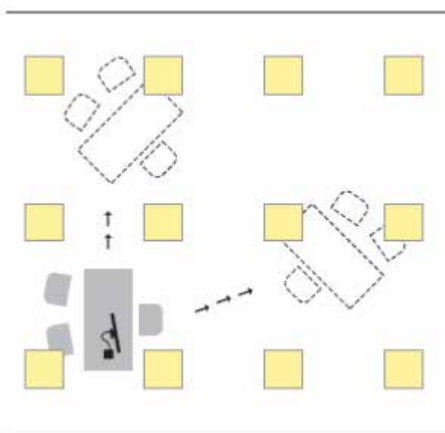


Figura 2.13. Permite flexibilidad en el diseño de la oficina y cambios.

Fuente: Grupo Lledó.



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

La mayoría de las luminarias de LED poseen una distribución lumínica uniforme que no difiere significativamente de otras fuentes de iluminación aunque en algunos casos debido a ser los LED una fuente de luz muy pequeña un apantallamiento insuficiente pueden llevar un nivel de luminancia media excesivo.

2.4.2. Espacio a iluminar

La altura de los techos de los edificios de oficinas suele estar en los 2,5 a 3 metros.

La iluminación adecuada para los mismos deben ser luminarias apantalladas o con ópticas adecuadas dotadas de LED, que se deben distribuir en función de la sala y su mobiliario.



Figura 2.14. Sala con iluminación mixta de distribución asimétrica. Natural y LED.

Fuente: Grupo Lledó.



En las salas donde exista luz natural procedente de las ventanas, se instalaran paralelamente a ellas las luminarias con distribución luminosa asimétrica, Actualmente existen luminarias con control óptico de la luz y con distribución simétrica de la luz con lo que su posicionamiento en la sala no estará condicionado por las ventanas.

Figura 2.15. Sala con iluminación mixta de distribución simétrica. Natural y LED. **Fuente:** Grupo Lledó.



Además las nuevas tecnologías LED utilizadas conjuntamente con sistemas ópticos permiten evitar el efecto cueva que se produce en aquellas oficinas con techos bajos y que ven acentuado este efecto de cueva con una iluminación que no bañe adecuadamente las paredes.

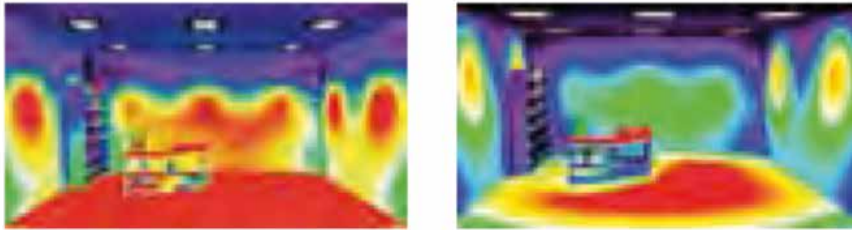


Figura 2.16. Efecto cueva (izquierda) e iluminación con LED controlados por óptica (derecha). **Fuente:** Grupo Lledó.

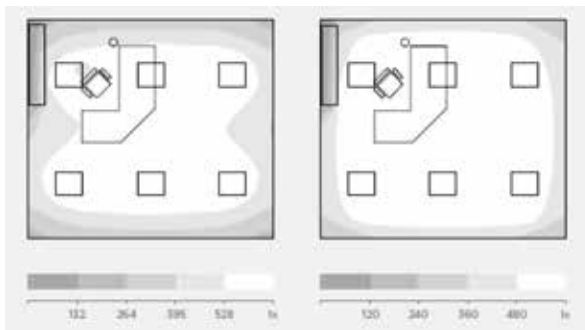


Figura 2.17. Comparativa entre iluminación convencional e iluminación con LED controlados por óptica. **Fuente:** Grupo Lledó.

Son espacios de trabajo donde se desarrolla durante pronunciadas jornadas una actividad intensa de lectura, escritura, visión de dispositivos electrónicos, actividades de inter relaciones con otras personas por lo que las condiciones de uso y en concreto de la iluminación deben ser exigentes en cuanto a la uniformidad de la luz, calidad y bajos niveles de deslumbramiento.

Todo ello es posible con la tecnología LED, en la que combinando una eficiencia directa de la fuente de luz y un diseño lumínico teniendo en cuenta todos los factores comentados previamente, aseguraremos altos niveles de ahorro energético con un confort visual elevado.

3 ASCENSORES DE ÚLTIMA GENERACIÓN



3.1. CONCEPTOS GENERALES

3.1.1. Sector de la edificación, Ascensores y Energía

El sector de la edificación es un gran consumidor de energía, incluso su porcentaje se sitúa por encima de sectores como el de la industria o el transporte. Es por ello que en este sector el impacto medioambiental que se produce es muy considerable y debemos centrar nuestros esfuerzos para aumentar la eficiencia energética y consecuentemente reducir el impacto medioambiental.

Como parte de los edificios, encontramos equipos de transporte vertical como los ascensores, los cuales tienen un porcentaje de consumo energético de alrededor de entre un 5 - 8 % del total de la energía que se consume en los edificios.

Hoy en día los avances tecnológicos en materia de equipos de elevación vertical, nos permiten reducir significativamente ese porcentaje hasta llegar a ser de alrededor de entre un 2 – 3 % del total de la energía consumida en el edificio.

3.1.2. Consumo energético en el ciclo de vida útil del ascensor

A lo largo de la vida útil de un ascensor, distinguimos diversas fases. Desde la fase de extracción de materias primas hasta la fase de desmantelamiento y reciclaje, se encuentran las fases de fabricación, instalación, uso, servicio y mantenimiento.

Para identificar los consumos energéticos y los impactos medioambientales producidos, realizamos el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) del ascensor. El ACV se realiza de acuerdo a las Normas ISO 14040 e ISO 14044, de esta manera se identifica y cuantifica el impacto ambiental producido en cada una de las fases. En un edificio residencial podemos observar que es en las fases de uso y servicio donde se producen los mayores consumos energéticos e impactos



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

medioambientales, llegando a suponer alrededor de un 75 % de todo el consumo energético.

Será por tanto en estas fases donde haya que actuar para reducir consumos energéticos, dotando al ascensor de los elementos necesarios que logren aumentar el grado de eficiencia energética de la instalación.

3.1.3. Marco Normativo

Existen dos normas de referencia básicas en lo que respecta a la medida del consumo energético en los ascensores y a su valoración y comparación con el de otros ascensores:

- ISO 25745-1. Eficiencia energética de ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles. Parte 1: Medición de la energía y verificación.
- VDI 4707. Parte 1. Eficiencia energética de los ascensores.

Estas normas nos proporcionan un método objetivo para evaluar la eficiencia energética de cualquier ascensor independientemente de su tecnología y fabricante. De esta forma, poder comparar estos equipos entre sí de igual forma a lo que se hace con otros productos de la industria.

Atendiendo a la normativa alemana VDI 4707 que fue la primera norma en esta materia dentro del sector, es afectada por tres factores principales; el consumo del ascensor en funcionamiento, el consumo del ascensor en reposo y la categoría de uso del ascensor. Los dos primeros factores en el próximo apartado ampliamos la información sobre estos dos estados y en relación a la categoría de uso, se hace distinción de cada edificio dependiendo del uso del mismo, es decir; residencial, publica concurrencia, oficina, hospital, centro comercial...

De esta manera, la clasificación, en el caso de los ascensores, la tiene una unidad en concreto, no un modelo genérico de ascensor. No obstante otra unidad con una configuración parecida, en las mismas condiciones de uso debe resultar en una eficiencia energética parecida.

En cualquier caso es conveniente establecer por cálculo la clasificación energética de cada unidad de ascensor pudiendo ser ésta desde categoría con clase A, la más eficiente hasta categoría con clase G, la menos eficiente.

3.1.4. Descomposición de consumos

De acuerdo a las normas mencionadas en el apartado anterior podemos dividir el consumo de un ascensor en dos grupos:



- Energía principal. Es la que consume en la maniobra del ascensor, el grupo tractor y el convertidor de potencia (si existe). Podríamos decir que es la asociada a los sistemas que permiten el movimiento del ascensor.
- Energía auxiliar. Es la que consume la iluminación de la cabina, ventilación/extracción (si existe), sistema de alarma y monitorización y la fuente de alimentación de emergencia.

Existe un tercer grupo, relacionado con el ascensor pero que no se incluye en el consumo de éste. Es el relativo al alumbrado, refrigeración y ventilación del hueco o cuarto de máquinas (si existen). Estos elementos se consideran constitutivos de los consumos generales del edificio.

Por otro lado debemos distinguir dos estados en el ascensor con consumos energéticos muy diferentes, el de funcionamiento y el de reposo. Asociados a los mismos podemos también dividir el consumo del ascensor según este criterio en:

- Energía de funcionamiento. Es la que se consume durante el movimiento del ascensor.
- Energía de reposo. Es la asociada al consumo remanente del ascensor cuando está parado.

Combinando todas estas tipologías de consumo obtenemos cuatro categorías:

- Energía principal de funcionamiento.
- Energía auxiliar de funcionamiento.
- Energía principal de reposo.
- Energía auxiliar de reposo.

Para la medición de las energías de funcionamiento se establece un ciclo normalizado consistente en un recorrido completo del ascensor vacío en subida y en bajada incluyendo los ciclos de apertura y cierre de puertas correspondientes.

La medición de las potencias en reposo se hace cuando han transcurrido cinco minutos desde el final de un viaje, de modo que se haya permitido al ascensor comenzar su estado de bajo consumo (si dispone de éste).



3.2. SOLUCIONES PARA LA MODERNIZACIÓN ENERGÉTICA EFICIENTE

3.2.1 Proceso de Auditoría Energética (previo a la Modernización)

La decisión de modernización de un ascensor o de un parque de ascensores viene originada por muy diversos factores como por ejemplo el incremento de la seguridad, de la fiabilidad, la adaptación para personas con necesidades especiales, una mejora estética o sencillamente porque uno de sus subsistemas ha llegado al final de su vida útil, en condiciones aceptables de funcionamiento. El ahorro energético también puede ser un factor decisivo pero, en cualquier caso, aunque la modernización hubiera sido decidida por otros motivos, es deseable que la solución adoptada se aproxime tanto como sea posible a la de las instalaciones nuevas, teniendo en cuenta el presupuesto de modernización del que se disponga.

Se hace necesario, en cualquier caso, disponer de una metodología y herramientas para que los responsables de la inversión puedan tomar la mejor decisión teniendo en cuenta el mayor importe que supongan los sistemas ahorradores en comparación con otros menos respetuosos con el medio ambiente. Existen soluciones cuyo extra coste se amortiza muy rápidamente en relación a los ahorros que producen. Otros, sin embargo, tardarán más, e incluso son extraordinariamente dependientes del nivel de uso del ascensor y de sus características.

Para dar cumplimiento a esta necesidad se ha desarrollado una metodología en cuatro pasos que posibilita la decisión de modernización. La citada decisión tendrá en cuenta no solo el coste económico inicial sino también el retorno producido por el ahorro energético en comparación a la situación actual y a otras hipótesis de modernización con sistemas más o menos eficientes o costosos. Dicha metodología tiene las siguientes etapas:

1. Toma de datos. Consiste en la recogida de datos en la obra o la obtención a través de una base de datos.
2. Medición. Es una etapa opcional que permite medir los consumos en las condiciones que establece la VDI 4707 y obtener la calificación energética actual del ascensor. Dicha medición se puede contrastar con otra posterior una vez realizada la modernización. Es una etapa costosa pero es muy interesante cuando la decisión de inversión afecta a muchas unidades similares y se desea realizar un piloto que asegure con una alta fiabilidad los resultados de la inversión.
3. Estudio energético. Este estudio es realizado con un software de cálculo energético de ascensores. Los datos generales del ascensor proporcio-



nan resultados muy detallados de los consumos energéticos tanto de los ciclos normalizados VDI como de los consumos anuales esperados y de los ahorros energéticos comparados con la situación inicial y diversas hipótesis de modernización. También proporciona el periodo de amortización de los extra costes incurridos y la huella de carbono de las diferentes posibilidades.

4. Propuesta de modernización. En función del estudio energético realizado en la fase anterior y de la propia política de sostenibilidad del cliente o responsable de la instalación se realiza una propuesta detallada valorada de la modernización o modernizaciones más recomendables.

3.2.2. Soluciones para la modernización energética eficiente

La posibilidad más evidente de modernización de una instalación es la sustitución completa de la misma. Utilizando los modernos ascensores de tracción gearless con recuperación de energía gobernados por maniobras con sistemas de autoapagado e iluminación con tecnología LED de la cabina habríamos conseguido un alto grado de ahorro energético (típicamente se puede llegar a una categoría A o B dependiendo del uso y características del ascensor) pero quizás no sea esta la solución más apropiada desde el punto de vista de la eficiencia económica, dado que pueden existir todavía sistemas del ascensor en buen estado e incluso con un rendimiento energético adecuado.

En lo que respecta a las modernizaciones parciales típicas, si nos centramos en aquellas que pueden afectar más al consumo energético, podemos considerar las relativas a la maniobra, al sistema de tracción y a la cabina del ascensor.

Dichas modernizaciones las podemos analizar desde el punto de vista de los consumos en reposo y funcionamiento del ascensor y dentro de estos desde el punto de vista de los consumos principal y auxiliar según hemos visto en un apartado anterior.

Con todas estas consideraciones veremos que la inversión en soluciones energéticamente ahorradoras en sistemas de tracción será tanto más interesante cuanto mayor sea el uso del ascensor. Por el contrario modernizaciones en sistemas de iluminación son más importantes en los ascensores de menor uso. Existen modernizaciones de maniobra que permiten un ahorro en ascensores con cualquier tipología de uso.

En la tabla siguiente hemos recopilado algunos de los paquetes básicos diseñados para estas tipologías de modernizaciones.

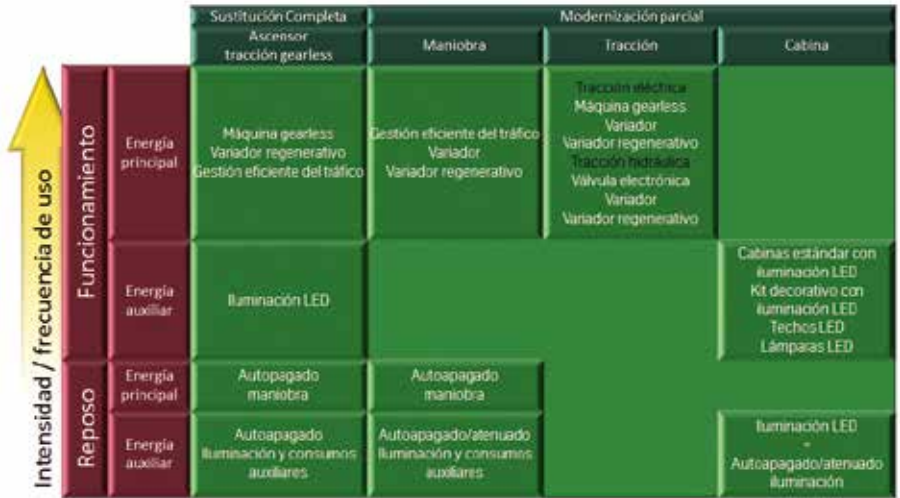


Figura 1. Principales estrategias de ahorro energético.

Fuente: thyssenkrupp Elevadores.

En los siguientes apartados se señalan las principales soluciones de modernización que conllevan un ahorro energético considerable en las instalaciones de ascensor existente.

3.2.3. Máquina sin reductor

Los ascensores han venido utilizando un reductor mecánico para reducir la velocidad del motor (1000-1500 rpm) al nivel de la velocidad necesaria para el ascensor.

En la actualidad, se utilizan motores de baja velocidad (120 – 240 rpm) que unidos a una tracción regulada hacen innecesario el reductor mecánico. Los motores de baja velocidad, son siempre recomendables, por lo que es prioritaria la incorporación de una máquina Gearless o sin reductor cuando vayamos a sustituir la máquina.

Estas máquinas representan el estado actual de la técnica y siempre es recomendable su utilización.

La tracción con máquina sin reductor típicamente ahorra una media de entre un 20 % y un 40 % de la energía principal de funcionamiento respecto a un ascensor de 2 velocidades con reductor.



Tabla 3.1. Comparación de consumo energético instalación con máquina sin reductor.

CARACTERÍSTICAS DEL CASO		
Designación del caso	Máquina con reductor 2v	Máquina gearless
Uso del ascensor	Pasajeros	Pasajeros
Nº de paradas	11	11
Recorrido (m)	30,00	30,00
Nº de viviendas (Uso viviendas)	30	30
Velocidad (m/s)	1,00	1,00
Carga nominal (kg)	450	450
Categoría de usoVDI 4707 (Intensidad/Frecuencia)	Media/Ocasional	Media/Ocasional
Grupo tractor		
Tipo de máquina	Reductor de bajo rendimiento	GearlessAC
Tecnología de tracción	2 velocidades	VVVF
RESULTADOS		
Calificación energética funcionamiento (VDI 4707)	D	C
Ahorro energía funcionamiento respecto a situación 1 (%)		49,35

Fuente: thyssenkrupp Elevadores

A continuación, en la Fig. 3.2. se muestra un ejemplo de medición real de la potencia instantánea a lo largo de un ciclo normalizado de un ascensor con máquina 2 velocidades y otro con máquina gearless o sin reductor:

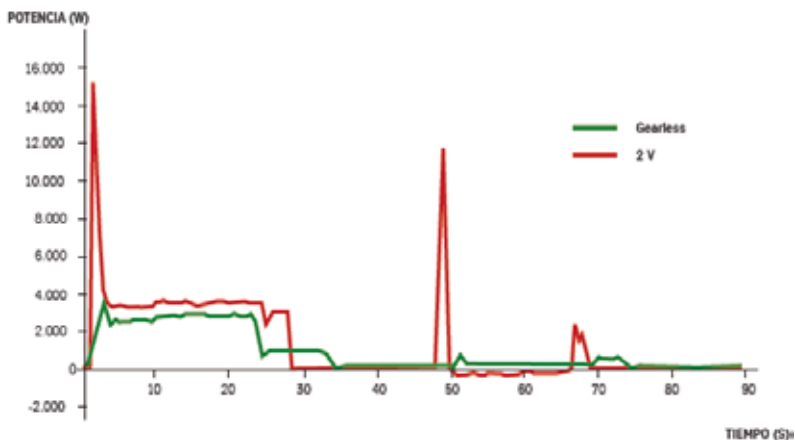


Figura 3.2. Medición real de potencia instantánea instalación 2 velocidades y gearless. **Fuente:** thyssenkrupp Elevadores.



3.2.4. Variador regenerativo

Los ascensores con variadores convencionales disipan la energía generada por el ascensor en los estados favorables de carga (cuando se mueve por efecto de la gravedad). Actualmente, con el variador regenerativo, se obtiene la ventaja de devolver esta energía a la red de alimentación.

Su utilización está recomendada en ascensores de gran potencia, recorrido largo y mucho tráfico.

Tener instalado un variador regenerativo, puede implicar un ahorro de entre un 20 % y un 30 % de la energía principal de funcionamiento si se dan las condiciones anteriormente indicadas.

Esta es una comparativa de los resultados obtenidos entre un ascensor con variador convencional y otro con variador regenerativo:

Tabla 3.2. Comparación de consumo energético instalación con variador convencional y regenerativo.

CARACTERÍSTICAS DEL CASO		
Designación del caso	Con variador convencional	Con variador regenerativo
Uso del ascensor	Pasajeros	Pasajeros
Nº de paradas	11	11
Recorrido (m)	32,00	32,00
Nº de viviendas (Uso viviendas)	30	30
Velocidad (m/s)	1,60	1,60
Carga nominal (kg)	1.000	1.000
Categoría de uso VDI 4707 (Intensidad/Frecuencia)	Muy alta/ Muy frecuente	Muy alta/ Muy frecuente
Grupo tractor		
Tipo de máquina	Gearless AC	Gearless AC
Tecnología de tracción	VVVF	VVVF Regenerativo
RESULTADOS		
Resultado VDI 4707		
Calificación energética funcionamiento (VDI 4707)	B	A
Calificación energética reposo (VDI 4707)	A	A
Calificación energética ascensor (VDI 4707)	B	A
Ahorro energía funcionamiento respecto a situación 1 (%)		24,90
Ahorro energía reposo respecto a situación 1 (%)		0,00
Ahorro energía total respecto a situación 1 (%)		22,45

Fuente: thyssenkrupp Elevadores.



A continuación, en la Fig. 3.3. se observa un ejemplo de medición real de la potencia instantánea a lo largo de un ciclo normalizado:

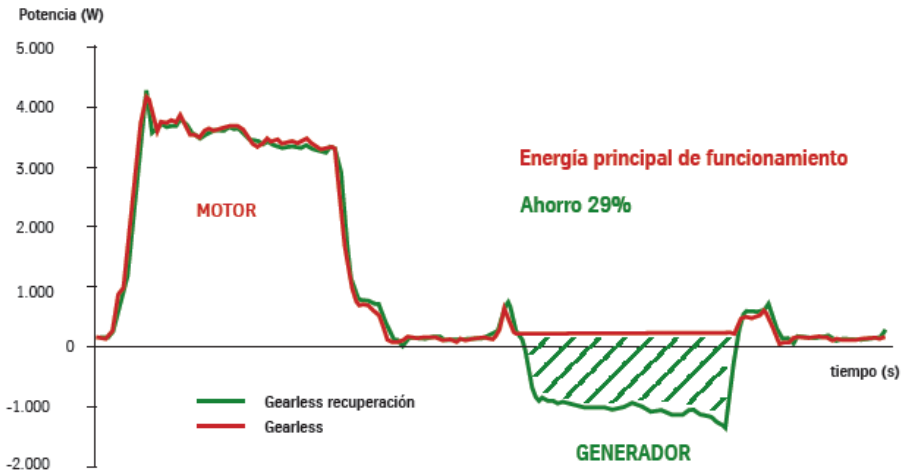


Figura 3.3. Medición real de potencia instantánea a lo largo de un ciclo normalizado.

Fuente: thyssenkrupp Elevadores.

3.2.5. Modernización en Ascensores Hidráulicos (HD)

Aunque estos sistemas llevan en el mercado bastante tiempo, deja de ser frecuente la utilización de ascensores hidráulicos en instalaciones nuevas.

Sin embargo, en el mercado de las modernizaciones o ascensores existentes de edificios residenciales todavía nos encontramos un alto número de equipos, por lo que merece la pena destacar el uso de la válvula de control electrónico que a un coste razonable permite conseguir un ahorro energético considerable.

Cabe destacar que una modernización básica de la tracción hidráulica combinada con la utilización de una iluminación con tecnología LED puede suponer un ahorro del 40 %. El cambio a tracción eléctrica con máquina sin reductor de última tecnología puede llegar al 80 %.

3.2.6. Maniobra con gestión eficiente del tráfico

Una gestión eficiente del tráfico redundante, para un mismo nivel de servicio, en un número de arranques y tiempo de funcionamiento menor y de aquí un menor consumo energético.



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

La gestión eficiente del tráfico más sencilla es utilizar una maniobra colectiva en lugar de una universal en un edificio de viviendas. Siempre es necesario utilizar la tipología de maniobra más adecuada al tráfico del edificio para proporcionar el nivel de servicio adecuado de una forma eficiente.

Cuando se dimensionan grandes edificios es conveniente evaluar, por simulación, el consumo energético de las diferentes soluciones de gestión del tráfico posibles, junto con la evaluación de la tecnología más adecuada que se ha hecho por cálculo.

A continuación, la Fig. 3.4. muestra una comparativa entre el consumo de una maniobra con otra de consumo eficiente:

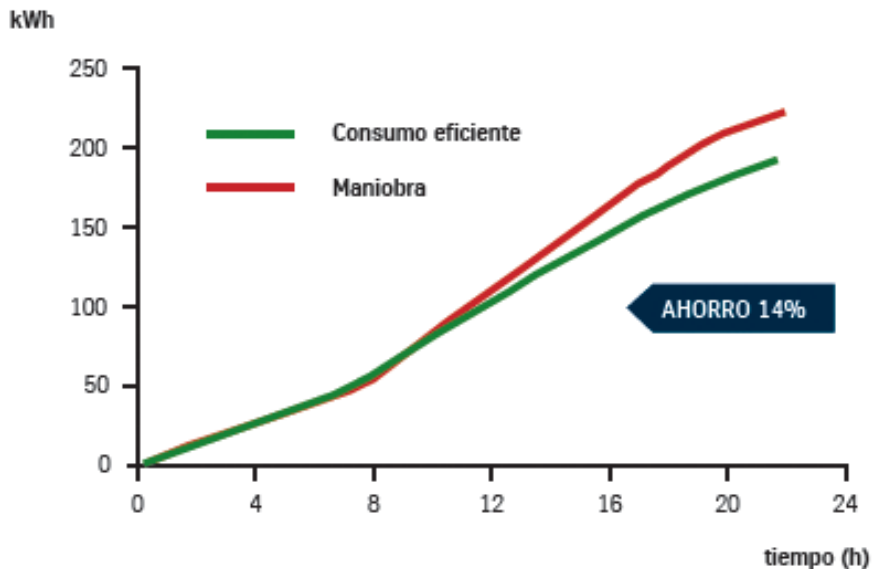


Figura 3.4. Comparación de consumo energético entre tipologías de maniobra.

Fuente: thyssenkrupp Elevadores.

3.2.7. Autoapagado de la Maniobra

Los ascensores con tracción regulada convencionales mantienen el variador energizado incluso cuando el ascensor no está en uso. Lo mismo ocurre con los indicadores de posición.

Una maniobra con esta función de ahorro de energía en reposo apaga los sistemas de potencia y la señalización para reducir el consumo al mínimo en los estados de reposo. Siempre es interesante y en ascensores de bajo uso representa una de las principales fuentes de ahorro.



Una maniobra con esta función puede ahorrar desde un 30 % hasta un 50 % de la energía principal en reposo.

En la Tabla 3.3 se refleja una comparativa entre una maniobra convencional y otra con autoapagado:

Tabla 3.3. Comparación de consumo energético instalación con maniobra con y sin autoapagado.

CARACTERÍSTICAS DEL CASO		
Designación del caso	Maniobra convencional	Maniobra con autoapagado
Uso del ascensor	Pasajeros	Pasajeros
Nº de paradas	1	1
Nº de ascensores	6	6
Recorrido (m)	15,00	15,00
Velocidad (m/s)	1,00	1,00
Carga nominal (kg)	450	450
Categoría de uso VDI 4707 (Intensidad/Frecuencia)	Baja/Rara	Baja/Rara
RESULTADOS		
Resultado VDI 4707		
Calificación energética funcionamiento (VDI 4707)	C	C
Calificación energética reposo (VDI 4707)	B	A
Calificación energética ascensor (VDI 4707)	B	A
Ahorro energía funcionamiento respecto a situación 1 (%)	0,00	0,00
Ahorro energía reposo respecto a situación 1 (%)	0,00	50,75
Ahorro energía total respecto a situación 1 (%)	0,00	44,84

Fuente: thyssenkrupp Elevadores.

3.2.8. Iluminación con tecnología LED y Autoapagado

Otra alternativa de ahorro energético consiste en sustituir la iluminación convencional de alto consumo por iluminación con tecnología LED e incluyendo el kit de autoapagado en cabina, cuando ésta se encuentra en reposo (en caso de que la maniobra no disponga de él).

Siempre es recomendable incorporar este tipo de iluminación, aunque el beneficio relativo se incrementa en los ascensores de poco uso. La iluminación con tecnología LED puede suponer hasta un 80 % de ahorro de la iluminación del ascensor si se combina con el kit de autoapagado.



Se puede observar un ejemplo comparativo entre la iluminación fluorescente e iluminación con tecnología LED con autoapagado en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Comparación de consumo energético instalación con iluminación eficiente y autoapagado.

CARACTERÍSTICAS DEL CASO		
Designación del caso	Iluminación fluorescente	Iluminación LED con autoapagado
Nº de caso	1	1
Nº de paradas	3	3
Recorrido (m)	9,40	9,40
Velocidad (m/s)	1,00	1,00
Carga nominal (kg)	630	630
Categoría de usoVDI 4707 (Intensidad/Frecuencia)	Baja/Rara	Baja/Rara
Grupo tractor		
Tipo de máquina	Gearless AC	Gearless AC
Tecnología de tracción	VVVF Regenerativo	VVVF Regenerativo
RESULTADOS		
Resultado VDI 4707		
Calificación energética funcionamiento (VDI 4707)	B	A
Calificación energética reposo (VDI 4707)	C	A
Calificación energética ascensor (VDI 4707)	C	A
Ahorro energía funcionamiento respecto a situación 1 (%)	0,00	15,14
Ahorro energía reposo respecto a situación 1 (%)	0,00	73,93
Ahorro energía total respecto a situación 1 (%)	0,00	69,99

Fuente: thyssenkrupp Elevadores.

3.2.9. Conclusiones - Instalación ineficiente a eficiente energéticamente

Como se ha visto en apartados anteriores, el estado actual de la técnica permite incorporar estrategias de ahorro energético muy eficaces para modernizaciones de equipos de transporte vertical, de tal manera que el grado de eficiencia energética aumente con las soluciones adoptadas que dependerán del tipo de instalación que pretendamos modernizar.

La estrategia de modernización puede abordar la reducción del consumo de energía del ascensor en el estado de funcionamiento o en el estado de reposo dependiendo del caso concreto que se pretenda abordar.



Tras un proceso de toma de datos, evaluación y comparación, podemos elegir la alternativa de modernización más adecuada a cada instalación.

Cuando modernizamos el ascensor en un edificio de viviendas debemos optar por maniobras colectivas, incorporar soluciones de tracción regulada y auto apagado de elementos eléctricos y electrónicos en el estado de reposo del ascensor.

3.3. TENDENCIAS ENERGÉTICAS Y MEDIOAMBIENTALES DEL SECTOR

3.3.1. Reducción del consumo energético y del impacto ambiental

El sector del transporte vertical está continuamente a la vanguardia de las últimas tecnologías que permiten disminuir el consumo energético, así como disminuir los impactos medioambientales, reduciendo de esta manera la huella de carbono producida en la actividad u optimizando al máximo los residuos generados.

Están en estudio, incluso estando instalados algunas instalaciones piloto, los ascensores que incluyen sistemas de acumulación de energía, de tal manera que la energía generada por el ascensor cuando éste se mueve en los estados favorables de carga no se pierde en forma de calor a través de una resistencia ni tampoco se utiliza esa energía en el sistema eléctrico del edificio, sino que se utiliza en el propio consumo energético del ascensor cuando éste actúa como consumidor de la misma.

También en el sector se incorporan cada vez más materiales de bajo impacto ambiental, vegetales, reciclados, reciclables... o incluso rápidamente renovables o que son considerados regionales. Empieza a ser habitual el uso de materiales ligeros y denominados ecológicos en las decoraciones de cabina de ascensor. Incluso maderas con el sello FSC (*Forest Stewardship Council*) que quiere decir que provienen de bosques socialmente y medioambientalmente responsables.

Otra técnica en estudio y habiendo sido implantada es el uso de aceites vegetales y biodegradables. Éstos se utilizan en componentes de ascensor como centrales de ascensores hidráulicos, amortiguadores, guías de tracción o máquinas con reductor.

Por lo que respecta a certificaciones y eco etiquetas, empieza a ser habitual dentro de las empresas del sector el hecho de certificarse bajo la ISO 14006 de ecodiseño, lo cual implica realizar el Análisis del Ciclo de Vida a



lo largo del proceso de diseño o modernización del ascensor o de sus componentes. Además, al hacer el Análisis del Ciclo de Vida, nos permite emitir Declaraciones Ambientales de Producto que vienen a ser eco etiquetas de tipo III.

3.3.2. Certificaciones Medioambientales de Edificios

Como comentamos en el primer apartado, los ascensores son una parte importante del edificio. Dependiendo de las características de los mismos, estaremos contribuyendo en mayor o menor medida al ahorro energético y al impacto medioambiental del propio edificio. Por ello, uno de los temas con más demanda en los últimos tiempos son las certificaciones medioambientales de edificios, que afectan al propio edificio que opta a conseguir la certificación.

Las certificaciones más demandadas en nuestro país son las siguientes:

- BREEAM - *Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology*.
- LEED – *Leadership in Energy and Environment Design*.
- VERDE – *Valoración de Eficiencia de Referencia De Edificios*.

Estas certificaciones son un método de evaluación y del grado de sostenibilidad del edificio, las dos primeras tienen un reconocimiento de ámbito internacional y la tercera tiene un ámbito nacional.

Las certificaciones medioambientales de edificios tienen un reconocimiento en el mercado de los edificios de bajo impacto medioambiental y suponen una garantía de implantación de la mejor solución en el ámbito de la sostenibilidad, así como suponer una buena herramienta para reducción de costes de operación y mejorar las condiciones de confort y ocupación.

Los ascensores y equipos de elevación pueden contribuir a la consecución de puntos y créditos dentro de estas certificaciones, desde acogerse en fase de instalación al plan de gestión de residuos implantado en obra en fase de construcción hasta dotar al equipo de elevación de elementos como iluminación con tecnología LED, apagado automático de elementos eléctricos y electrónicos en el modo de espera o variador regenerativo. Cada una de las alternativas hay que estudiarla para cada edificio en cuestión mirando por aquellas que supongan el mayor ahorro energético. Además, análisis de tráfico son llevados a cabo con el fin de garantizar el que número de ascensores de los que consta el edificio es el apropiado y no está sobre dimensionado.

Ascensores de última generación

Con todas estas premisas, las empresas del sector están especializadas y formadas en cada una de las certificaciones existentes para edificios ya sean éstas para nueva construcción o para edificios existentes. Entre las empresas del sector se conocen los criterios de evaluación utilizados sabiendo dónde y de qué manera se puede contribuir para que el propietario logre la mayor puntuación en sus certificaciones que tengan que ver con los equipos de elevación vertical instalados.



4 SISTEMAS DE AHORRO DE AGUA Y ENERGÍA



4.1 INTRODUCCIÓN

Desde hace unos años, se ha puesto especial hincapié en la fabricación de productos y sistemas más eficientes desde un punto de vista energético. En el ámbito de las instalaciones, el diseño y desarrollo de nuevos productos se concentra en conseguir la reducción del consumo de agua necesario para su funcionamiento, sin que el usuario perciba diferencias en comparación con los tradicionales. En este sentido, la oferta de este tipo de productos se ha incrementado notablemente en el mercado (griferías, cisternas, inodoros, urinarios, etc.). Pero como suele pasar en otros campos, las novedades tecnológicas, a menudo superan las normas vigentes y sobre todo, los hábitos de instalación. Los productos llamados “ahorradores de agua” deben ser considerados como parte de un todo, por lo que es esencial la visión holística de la instalación para sacar partido a los avances logrados.

Los edificios destinados a uso de oficinas, acumulan un gran número de personas que utilizan las instalaciones durante muchas horas al día. Los consumos anuales de agua, pueden favorecerse notablemente con la incorporación de los nuevos productos, pero también pueden generar daños colaterales si el cálculo de la instalación y los materiales empleados, no están a su altura.

El objetivo del presente capítulo, es poner de manifiesto la importancia de una parte de las instalaciones hidráulicas que generalmente se les ha dado poca importancia y que en este nuevo escenario, toman especial relevancia. Nos referimos a la combinación de estos productos ahorradores de agua, con las instalaciones de evacuación y por ende, su sistema de ventilación.

Tradicionalmente, a las instalaciones de evacuación se les ha asociado la dimensión de los tubos en relación al uso de cada aparato (lavabos 32 mm, salidas de bote sifónico 50 mm, etc.). En pocas ocasiones se ha prestado atención a las particularidades del edificio y que se resumen en dos factores esenciales que afectan al dimensionamiento: las unidades de desagüe y al factor de simultaneidad.



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

Por una parte, las unidades de desagüe se han visto afectadas con los nuevos sistemas, que emplean menos caudales de servicio y por otro lado, la definición de la simultaneidad del edificio, que depende de la actividad que se desarrolle. Más allá de aplicar el genérico "uso de oficinas", se debería considerar la casuística real, ya que nada tiene que ver el uso de las instalaciones en una actividad con horarios muy rígidos (por ejemplo, un *call center*) con otra con mayor flexibilidad.

El objetivo final, es lograr el mayor confort de las personas que usan el edificio. Todos tenemos experiencia de haber entrado en edificios muy cuidados desde un punto de vista arquitectónico, con buenos diseños, buenos materiales y en los que sin embargo, suenan las instalaciones, hay malos olores, etc.

La poca atención que le hemos dado a este tipo de instalaciones se vio agravada en los años de bonanza en los que a pesar de introducir en el mercado algunos productos o sistemas novedosos, se mantuvieron intactos los mismos hábitos de instalación de siempre, de forma que el problema, lejos de mejorarse, se empeoró.

Actualmente, la evolución del mercado indica que en los próximos años, el mundo de la rehabilitación de edificios tomará una posición relevante en el mercado de la construcción. En este planteamiento, se persigue que los edificios que sean más sostenibles, más eficientes energéticamente y que permitan a los usuarios una mejor calidad de vida. En este entorno, las instalaciones deben contribuir a conseguir estos objetivos. A continuación se exponen los puntos clave que deben considerarse en la mejora de las instalaciones, cuando se afronta la construcción o reforma integral de un edificio.

4.2 MARCO LEGAL DE LAS INSTALACIONES DE EVACUACIÓN

Antes de la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación, en España no existían normas de obligado cumplimiento para las instalaciones de evacuación de los edificios. Es cierto que la NTE-ISS (Norma Tecnológica de la Edificación, Instalaciones de Salubridad: Saneamiento) recogía ciertas recomendaciones relacionadas con el diseño, cálculo, construcción y control de ese tipo de instalaciones.

Actualmente, las instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales en los edificios deben cumplir con los requisitos especificados en el Documento Básico HS-5 del CTE, tanto en obra nueva, como en ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las instalaciones existentes cuando se amplía el número y la capacidad de los aparatos receptores existentes.

Adicionalmente existe una norma de referencia, la UNE-EN 12056 "Sistemas de desagüe por gravedad en el interior de edificios", más específica sobre los métodos de cálculo que el CTE.



Como es conocido, el CTE es un código de mínimos. Gracias a su aparición, desde 2006 todos los profesionales que estamos implicados en este tipo de instalaciones debemos tener en cuenta aspectos que antes pasaban desapercibidos y que en muchas ocasiones no se tenían en cuenta hasta fases muy avanzadas del proyecto. Hoy en día todos los que tenemos relación con este mundo y en especial los fabricantes, tenemos la "obligación moral" de mejorar las instalaciones aportando mejores cálculos, mejores productos, mejores soluciones y sobre todo, una visión global que evite la aparición de problemas durante el uso de los edificios. En esta línea, el uso del edificio debe tomarse como punto de partida, ya que las necesidades de un hotel, de un hospital, de un bloque de viviendas, de un centro de ocio, etc. no son las mismas y por lo tanto su diseño no debe ser común para todos. De esta forma, con el afán de mejorar, también conseguiremos mejorar las normativas y conseguir que una buena instalación de evacuación no sea la excepción, sino la regla.

4.3 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA HIDRÁULICA

Es bastante sencillo detectar problemas en el funcionamiento de una instalación de evacuación debido a los claros síntomas que provocan. La aparición de ruidos y malos olores en los cuartos húmedos, desgraciadamente son más habituales de lo deseado. Para evitarlo, a la hora de acometer el diseño y cálculo de una instalación de evacuación, debe tenerse en cuenta que el agua en su camino a través de las tuberías, deben estar acompañada por aire. Como regla general, se suele establecer que en colectores la proporción debe ser de 50 % de agua y 50 % de aire, mientras que en las bajantes el agua se limita a un tercio, ocupando el aire los dos tercios restantes.

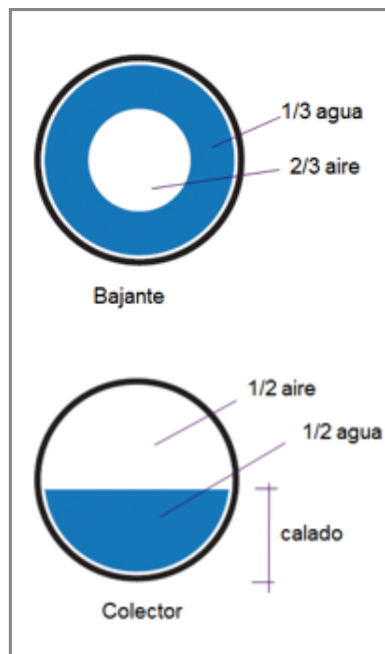


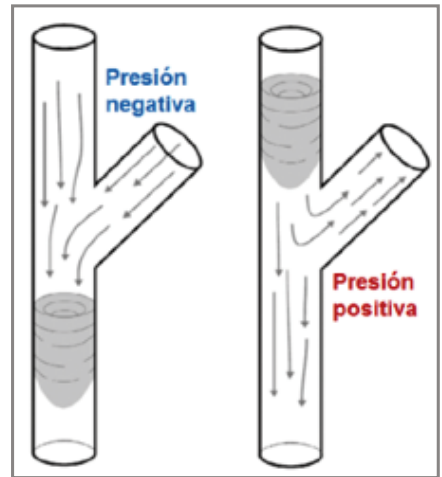
Figura 4.1. Proporción agua-aire en tuberías de evacuación. **Fuente:** Geberit.

El gran enemigo de las instalaciones de evacuación, causante de la mayoría de los funcionamientos defectuosos, es el fenómeno conocido como "pistón hidráulico". Este fenómeno se produce cuando la sección del tubo se llena completamente de agua, haciendo que la presión atmosférica



desaparezca y se transforme en presión inducida (negativa o positiva). Las presiones positivas o sobrepresiones mueven los cierres hidráulicos (sifones), impulsándolos hacia el interior e introducen, como consecuencia de tal desplazamiento, o mediante burbujas, gases fétidos en los cuartos húmedos. Las presiones negativas o depresiones succionan el agua de los cierres hidráulicos, destruyéndolos.

Figura 4.2. Pistón hidráulico en bajante de evacuación. **Fuente:** Geberit.



Los problemas pueden manifestarse al poner en funcionamiento un aparato de forma aislada o un grupo de aparatos que se activan al mismo tiempo. Las consecuencias pueden aparecer en el lugar donde está ubicado el aparato o en cualquier otro lugar de la instalación.

4.4. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LAS INSTALACIONES DE EVACUACIÓN

La red de evacuación se extiende desde los desagües de los aparatos que conforman la instalación (sumideros, bañeras, inodoros, lavadoras, etc.) hasta la conexión a la red del alcantarillado público, mediante la correspondiente acometida. A continuación se analizan los componentes de esta red de evacuación.

4.4.1 Cierres hidráulicos o sifones

Son los encargados de evitar el paso de los olores fétidos que provienen de la red de alcantarillado, al interior del edificio. El único aparato sanitario que incorpora sellado hidráulico propio, es el inodoro. El resto, requiere estar conectado a un cierre hidráulico externo, pudiendo ser éste un sifón individual o un bote sifónico que aglutine varios aparatos. En cualquier caso, el CTE indica que la altura mínima de cierre hidráulico debe ser de 50 mm, para usos continuos y 70 mm para usos discontinuos, sin exceder nunca los 100 mm. Si un sifón cumple con los requerimientos que marca la normativa al respecto, su mal funcionamiento sólo puede ser achacado a problemas con las presiones incorrectas generadas a lo largo de la instalación.



4.4.2. Redes de pequeña evacuación

Son las encargadas de transportar las aguas desde la salida de los aparatos sanitarios hasta las bajantes, tanto en instalaciones con sifones individuales como en las que se prevé un bote sifónico.

El CTE asigna a cada aparato sanitario un caudal (UD: Unidad de Desagüe) y un diámetro, diferenciando usos públicos como privados. Una UD equivale a 0,47 dm³/s. En el caso de ramales horizontales, el diámetro se establece a partir de las UD y de la pendiente (tabla 4.3 CTE HS5).

4.4.3. Bajantes de aguas residuales

Son las encargadas de recibir las aguas procedentes de los aparatos sanitarios a través de la red de pequeña evacuación. La unión se realiza mediante accesorios especiales llamados injertos. El diámetro se calcula en función del número de UD que acometen a la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas (tabla 4.4 CTE HS5).

4.4.4. Bajantes de aguas pluviales

Son las encargadas de transportar las aguas de lluvia desde los sumideros hasta los colectores, tanto en sistemas mixtos como en separativos. Para un régimen pluviométrico de 100 mm/h, el CTE asigna el diámetro de la bajante en función de la superficie a drenar en proyección horizontal (tabla 4.8 CTE HS5). Para otros coeficientes pluviométricos, es necesario aplicar un factor corrector.

4.4.5. Colectores

Los colectores recogen las aguas procedentes de las bajantes. En función del tipo de sistema (separativo o mixto), el cálculo de los colectores se realiza independientemente para aguas residuales y pluviales, o conjuntamente para ambas.

En el caso de colectores de aguas residuales, el cálculo se realiza en función del número total de UD que recoge y la pendiente (tabla 4.5 CTE HS5). En el caso de aguas pluviales, se realiza en función de la superficie en proyección horizontal a drenar y la pendiente (tabla 4.9 CTE HS5). También existe la posibilidad de emplear colectores mixtos que transporten aguas residuales y pluviales, en cuyo caso el cálculo se realiza en función de la superficie y la pendiente. Para ello, se transforman las unidades de descarga en una superficie teórica equivalente y se suma a la correspondiente de aguas pluviales. En caso de ser el coeficiente pluviométrico distinto a 100 mm/h debe aplicarse un factor corrector.



4.5. OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE EVACUACIÓN

El CTE además de asignar las unidades de desagüe a cada aparato según su uso (privado o público), recomienda el diámetro mínimo que deben tener las salidas de sifones y derivaciones. Es usual que se conserve dicho diámetro a lo largo de todo el recorrido del tubo, por ejemplo 32 mm para lavabos y bidés, 40 mm para bañeras y duchas y 110 mm para inodoros. Sin embargo, en numerosas ocasiones la simple evacuación de un grifo puede provocar el llenado del tubo y como resultado la pérdida del sellado hidráulico del aparato en cuestión y la aparición de malos olores. Esta es la consecuencia de emplear "diámetros tipo" según los aparatos a evacuar sin atender las características particulares de la instalación.

Las reglas de diseño que emplea la norma UNE-EN 12056-2 profundizan más en el método de cálculo. Partiendo de la proporción de aire que queremos mantener en el ramal cuando está evacuando el aparato al que está conectado (50 %, 30 %), se tienen en cuenta factores como la longitud máxima de la tubería, el número máximo de codos de 90°, el desnivel máximo o la inclinación mínima. De esta forma, se obtienen unos diámetros específicos para la instalación en estudio.



La evacuación de los inodoros merece estudio aparte. Hace no muchos años, las cisternas evacuaban 12 litros de agua cada vez que se tiraba de la cadena. Después se redujeron a 9 y en la actualidad se emplean tan sólo 6 litros e incluso 4,5. A pesar de esta importante reducción, los colectores se han mantenido con diámetros de 110 mm. Para conseguir transportar los sólidos procedentes del WC, es necesario que éstos vayan flotando a lo largo del colector.

Figura 4.3. Colector con diámetro de 90 mm. **Fuente:** Geberit.

Cuando se arrojaban 12 litros, la altura de agua (el calado) era suficiente para conseguirlo. Sin embargo, al reducir a la mitad la descarga de la cisterna el calado también disminuye, lo que puede provocar la sedimentación de los sólidos y a la larga la aparición de obstrucciones en los colectores. Esta situación puede corregirse reduciendo a 90 mm el diámetro, con el objetivo de aumentar el calado.

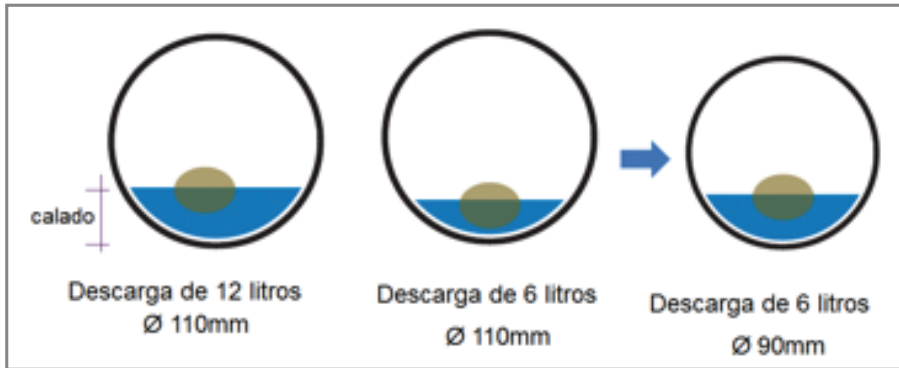


Figura 4.4. Colector con diámetro de 90 mm. **Fuente:** Geberit.

4.6. SISTEMAS AHORRADORES DE AGUA

Para sacar el máximo rendimiento a los productos o sistemas innovadores que se incorporan al mercado, es necesario que tanto los calculistas como los instaladores, conozcan sus características para que realmente resulten eficaces. De lo contrario, los beneficios que deben aportar pueden desvanecerse ante la mirada del usuario. A continuación se exponen algunos ejemplos de estos sistemas:

4.6.1. Inodoros

Los inodoros con los habituales fluxores tienen un consumo aproximado de agua de 8 a 10 litros por uso y en cambio las cisternas vierten 6 litros en la descarga completa y 3 litros en descarga parcial. El fluxor no solamente descarga un mayor caudal de agua que las habituales cisternas, sino también necesita una presión y una instalación de suministro totalmente independiente del resto de aparatos, tal como indica el apartado HS4 del CTE.



Figura 4.5. Fluxor para inodoro. **Fuente:** Presto.



Tabla 4.1. Condiciones mínimas de suministro según apartado. **Fuente:** Geberit.

	Fluxor para inodoro	Cisterna para inodoro
Presión mínima en punto de consumo	150 kPa (1,5 bar)*	100 kPa (1 bar)
Caudal [dm³/s]	1,25	0,1
Diámetro nominal del ramal de enlace tubo de acero	1- 1 1/2 "	1/2 "
Diámetro nominal del ramal de enlace tubo de cobre o plástico	25-40	12
	Linea de suministro exclusiva para fluxores	

* Presión dinámica

El motivo principal de utilizar estos volúmenes de agua es cumplir con los requisitos funcionales y métodos de ensayo recogidos en la norma UNE- EN 997 que aseguran la limpieza total del inodoro. En este momento los diseños de los inodoros se han mejorado de tal forma que solo con descargas de 4,5 y 3 litros nos aseguramos de la limpieza total de la taza del inodoro, cumpliendo los requisitos funcionales y métodos de ensayo recogidos en la norma nombrada anteriormente.

La combinación de esas la cisterna y esos inodoros, consiguen ahorros importantes de agua. De igual forma, deben adecuarse los cálculos de la instalación para sacar el mayor rendimiento.



Figura 4.6. Conjunto de cisterna empotrada e inodoro más higiénico y sostenible.

Fuente: Geberit.



No solamente se ha avanzado en el ahorro de agua en estos aparatos sanitarios, sino también en el confort. Se ha incorporado una unidad de extracción de olores que está situada en el propio bastidor de la cisterna empotrada y recoge el aire en el propio inodoro, donde se originan los malos olores. Lo depura a través del filtro de carbono activo que se esconde tras la placa del pulsador y lo devuelve al baño, a través del pulsador, totalmente purificado.



Figura 4.7. Cisterna empotrada con unidad de extracción de olores DuoFresh. **Fuente:** Geberit.

4.6.2. Urinarios



Los urinarios descargaban hasta hace poco tiempo en cada uso 3 litros de agua. Actualmente existen sistemas capaces de ahorrar más de un 83 % de agua en cada descarga. Estos sistemas emplean sifones y rociadores especialmente diseñados para funcionar con sólo 0,5 litros de agua, obteniendo resultados óptimos y como en el caso de los inodoros, cumpliendo con los requisitos funcionales y métodos de ensayo recogidos en la norma correspondiente, en esta ocasión la norma UNE-EN 13407.

Figura 4.8. Ensayo de funcionamiento del urinario Preda con 0,5 litros recogido en la norma UNE-EN 13407.

Fuente: Geberit.

También existen urinarios que funcionan sin agua mediante un sifón especial. El funcionamiento es el siguiente, a través del hueco de la tapa entra la orina en la antecámara y así el diafragma es “despegado” por la presión del líquido de la pared del sifón. Después de pasar la orina, la fuerza capilar “succiona” el diafragma hacia la pared del sifón. Los gases ascendentes empujan el diafragma hacia la pared del sifón, evitando que salgan al exterior.



Figura 4.9. Sifón híbrido con diafragma para urinario con funcionamiento sin agua. **Fuente:** Geberit.



El sifón debe sustituirse después de un número de usos definido por el fabricante.

Uno de los mayores problemas de los todos los urinarios, es su mantenimiento. Principalmente el mantenimiento de sus sifones y las tuberías de evacuación. Para realizar el mantenimiento y limpieza de los elementos que componen estos aparatos sanitarios se debe desmontar el urinario completamente de la pared donde está instalado, utilizando por completo el urinario durante un largo período de tiempo.

Figura 4.10. Parte trasera de urinario con sifón.

Fuente: Geberit.

En el mercado ya existen modelos de urinarios con funcionamiento con agua o sin agua que permite hacer todos los trabajos de mantenimiento sin requerir el desmontaje de la pared, agilizando considerablemente el mantenimiento.



Figura 4.11. Limpieza de tubería de evacuación sin desmontar el urinario de la pared.

Fuente: Geberit.

4.6.3. Lavabos

En los últimos años la incorporación de aireadores a las distintas tipologías de grifos (monomando, temporalizada y electrónica) permiten grandes ahorros en el consumo de agua. Todos estos tipos grifos tienen algo en común, deben cumplir las exigencias del apartado HS4 del Código Técnico de la Edificación, que por ejemplo indica que para lavabos el caudal instantáneo mínimo de agua fría es de 6 l/min y de agua caliente sanitaria es de 3,9 l/min.



La gran ventaja de los grifos temporizados y electrónicos frente a la grifería monomando es el cierre automático del agua.

Figura 4.12. Grifo electrónico ecológico con aireador.

Fuente: Geberit.



La grifería electrónica va ganando terreno frente a los sistemas temporizados, al utilizar el agua estrictamente necesaria. En el caso temporizado el cierre automático del agua se produce los 15 s (\pm 5 s) y en el caso del grifo electrónico se produce automáticamente cuando se quita las manos del campo de detección de la grifería, que el tiempo medio por uso es de 5 segundos. En cambio el tiempo medio que está abierto el grifo monomando es de unos 30 segundos por uso.



En el campo de detección de la grifería, que el tiempo medio por uso es de 5 segundos. En cambio el tiempo medio que está abierto el grifo monomando es de unos 30 segundos por uso.

Figura 4.13. Volumen de agua de grifería de lavabo. **Fuente:** Geberit.

En el campo electrónico ha aparecido recientemente un grifo electrónico dotado de un generador que se recarga al utilizarse, ahorrando además de agua, energía (grifo electrónico ecológico).

En la tabla 4.2 se representan los ahorros de agua que pueden generarse en los baños de un edificio de oficinas, al sustituir los productos tradicionales por sistemas ahorradores de agua.

Tabla 4.2. Comparativa de ahorro de agua en edificios de oficinas.

Número de usuarios hombres	100	Nº de días trabajados al año	250
Número de usuarios mujeres	100		
Sistemas tradicionales		Sistemas ahorradores de agua	
Descarga de inodoro (fluxor):	10,0 litros	Descarga inodoro Grande	4,5 litros
Caudal grifo monomando lavamanos	6,0 litros	Descarga inodoro Pequeña	3,0 litros
Descarga de urinarios	3,0 litros	Caudal grifo electrónico lavamanos	1,0 litros
Consumo por hombres	2700,0 litros	Descarga de urinarios	0,0 litros
Consumo por mujeres	4800,0 litros	Consumo por hombres	2700,0 litros
Total	7500,0 litros	Consumo por mujeres	4800,0 litros
		Total	7500,0 litros
		Ahorro por día	5433,3 litros
		Ahorro al año	1358333,3 litros
		Porcentaje de agua utilizada	27,56 %

Fuente: Geberit



4.7. REDES DE VENTILACIÓN

Las redes de ventilación juegan un papel fundamental en las instalaciones de evacuación, ya que son las encargadas de proporcionar el aire necesario al sistema de tuberías que evitará la aparición del pistón hidráulico. En su cálculo, además de tener en cuenta el número de aparatos que desaguan, es imprescindible conocer las características del edificio. Su uso definirá mayores o menores posibilidades de que coincidan simultáneamente la descarga de los aparatos.

El CTE define unas tipologías de ventilación, basadas en la altura de los edificios. Así se contempla la ventilación primaria, la secundaria y la terciaria.

4.7.1. Ventilación primaria

Consiste en prolongar la bajante de aguas residuales por encima de la cubierta, de manera que permanezca ventilada. El CTE establece como suficiente este sistema para edificios con menos de 7 plantas, o con menos de 11 plantas si la bajante está sobredimensionada y los ramales de desagüe tienen menos de 5 metros.

4.7.2. Ventilación secundaria

Cuando la ventilación primaria no es suficiente, es necesario aportar un caudal extra de aire a la bajante de aguas residuales. Para ello, se establece una bajante paralela que se conectará a la principal en plantas alternas si la altura del edificio es menor de 15 plantas o en cada planta si tiene 15 o más.

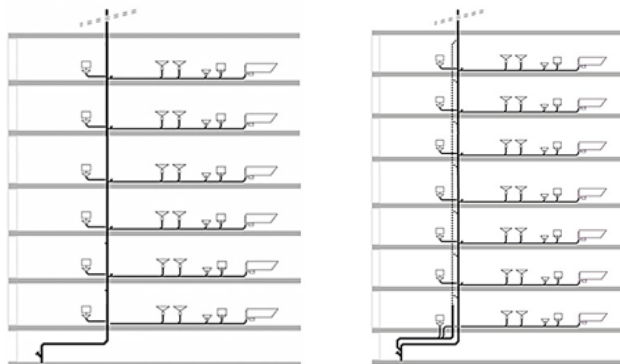


Figura 4.14: De izquierda a derecha. Edificio con ventilación primaria y edificio con ventilación secundaria. **Fuente:** Geberit



4.7.3. Ventilación terciaria

Consiste en conectar la columna de la ventilación secundaria con los cierres hidráulicos de los aparatos. Debe disponerse este tipo de ventilación cuando la longitud de los ramales de desagüe sea mayor que 5 m, o si el edificio tiene más de 14 plantas.

4.7.4. Ventilación mediante válvulas de aireación

Cuando por criterios de diseño, no es posible que la bajante se prolongue por encima de la cubierta, es posible el empleo de válvulas de aireación.

Las válvulas de aireación se abren y facilitan la entrada de aire del exterior cuando se produce una depresión en la instalación a causa de la descarga de los aparatos. La finalidad es equilibrar la presión y evitar el desifonamiento de los cierres hidráulicos. Cuando la descarga finaliza, la válvula se cierra por su propio peso, evitando la salida al exterior de malos olores procedentes de la instalación.

En edificios de 5 plantas o menos debe instalarse una única válvula, para mayor altura es necesario una cada 4 plantas.

4.7.5. Optimización de las redes de ventilación

Actualmente la aplicación de estas tipologías es de obligado cumplimiento tanto en edificios de nueva planta como en rehabilitaciones. Sin embargo, si queremos asegurarnos de contar con unas instalaciones que funcionen adecuadamente, es necesario profundizar más en su diseño. Estas reglas, no contemplan el número de aparatos conectados a la bajante mediante las redes de pequeña evacuación, es decir, el número total de UD's y éstas, no dependen del número de plantas del edificio. Se estima que la capacidad de una bajante de 110 mm de diámetro, permaneciendo adecuadamente ventilada, está en torno a los 4,2 l/s. Conociendo el número de aparatos existentes es fácil conocer el caudal total Q que podría verterse sobre la bajante. Otro factor a tener en cuenta, es la frecuencia de uso de los aparatos. Un cálculo correcto desde un punto de vista teórico, puede fracasar si no se tiene en cuenta la posibilidad de uso de los aparatos de una forma simultánea por parte de los usuarios del edificio.

La siguiente fórmula permite ajustar el caudal en función del factor corrector F:

$$Q = F * \sqrt{\sum UD}$$

Como se observa en la tabla 3, el factor F depende del uso del edificio. La norma UNE-EN 12056 establece los valores.



Tabla 4.3: Valores del factor F según norma UNE-EN 12056

USO	EDIFICIOS	FACTOR F
Irregular	Edificios residenciales y oficinas	0,5
Regular	Hospitales, hoteles, escuelas y restaurantes	0,7
Frecuente	Baños públicos y duchas	1,0
Especial	Laboratorios	1,2

Fuente: Norma UNE-EN 12056

A partir del diseño de la instalación, es posible acometer un cálculo estricto que nos dará garantía de buen funcionamiento. De igual forma que se debe ser inflexible en la ejecución de las instalaciones, controlando los diámetros tanto del sistema de evacuación como del de ventilación.

Respecto a este último, se han detectado algunos malos hábitos en las instalaciones que desembocan irremediablemente en la aparición de patologías. En el caso de las ventilaciones primarias, aunque debe mantenerse el diámetro de la bajante de aguas residuales constante a lo largo de toda su longitud, es frecuente ver cómo a menudo se reduce su diámetro antes de atravesar la cubierta del edificio (por ejemplo de Ø 110 a 50 mm). Esta actuación limita la entrada de aire al interior y por tanto desvirtúa los cálculos realizados.

En el caso de las ventilaciones secundarias se da un caso muy curioso. El CTE recoge la tabla 4.4 en la que asigna el diámetro de la columna de ventilación según el diámetro de la bajante de aguas fecales. Al diámetro 110 mm, frecuentemente utilizado, le corresponde uno de 63 mm según se indica en el cuadro adjunto:

Tabla 4.4: Relación entre diámetro de la bajante y el diámetro de la columna de ventilación.

Diámetro de la bajante (mm)	Diámetro de la columna de ventilación (mm)
40	32
50	32
63	40
75	40
90	50
110	63
125	75
160	90
200	110
250	125
315	160

Fuente: Código Técnico de la Edificación.



El material empleado habitualmente en este tipo de instalaciones es el PVC-U según norma UNE-EN 1329. A pesar que los tubos de 63 mm diámetro están incluidos en esta norma, no se comercializan en el mercado español. La consecuencia es que en lugar de emplear columnas de ventilación según norma, se utiliza el diámetro 50 mm. Incluso algunos fabricantes ofrecen en su rango de producto injertos con estos diámetros, que son muy cómodos para los instaladores (Fig. 4.15). Estas prácticas también reducen la aportación necesaria de aire y por tanto pueden llegar a provocar serios problemas para los usuarios.



Figura 4.15: Accesorio para ventilación secundaria con diámetro correcto e incorrecto según CTE. **Fuente:** Nueva Terrain

Como alternativa a la ventilación secundaria, existen en el mercado sistemas que permiten mejorar su eficacia. El sistema Sovent, permite eliminar la columna de ventilación, sustituyéndola por un accesorio situado en cada planta (Fig. 4.16). Su funcionamiento se basa en separar las aguas residuales que discurren por la bajante, de las que se incorporan desde cada planta (Fig. 4.17). Al evitar el choque brusco de ambos caudales, se garantiza la permanencia de aire y por tanto es posible evitar la aparición del pistón hidráulico.



Figura 4.16: Accesorio del sistema Sovent. **Fuente:** Geberit.

En la Fig. 4.18 se representa un esquema de instalación con el sistema Sovent con sifones individuales. A pesar de eliminar la columna de ventilación, se mantiene el mismo diámetro de 110 mm.



Figura 4.17: Funcionamiento sistema Sovent. Fuente: Geberit.

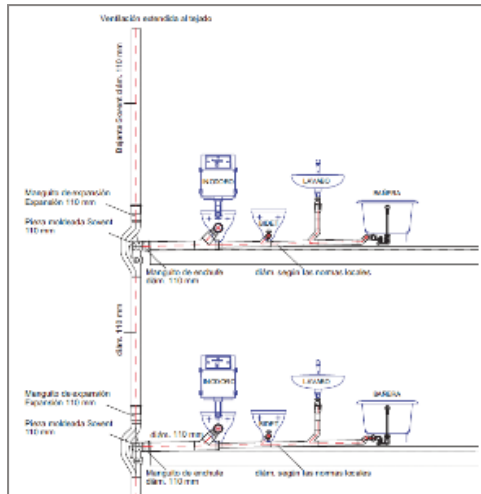


Figura 4.18: Esquema de instalación con el sistema Sovent. Fuente: Geberit.

La capacidad de evacuación mediante este sistema más que duplica la de un sistema convencional (8,7 l/s frente a 4,2 l/s).

4.8. PAUTAS DE DISEÑO PARA OBTENER INSTALACIONES INSONORIZADAS

Al igual que ha sucedido con las instalaciones de evacuación, históricamente no han existido normativas de obligado cumplimiento sobre protección contra el ruido. Desde la entrada en vigor del Documento Básico HR del CTE, esto ha



cambiado y en el futuro los actuales planteamientos constructivos tendrán que cambiar para adecuarse a las nuevas exigencias.

Aunque estamos acostumbrados a escuchar funcionar las instalaciones de los edificios, hablar a nuestros vecinos, etc. debemos pensar que estas situaciones no deben considerarse normales sino que deben achacarse a deficiencias en la construcción y al montaje de las instalaciones.

Las intervenciones a nivel constructivo no son objeto de este estudio, sin embargo son fundamentales para que cualquier actuación que llevemos a cabo sobre las instalaciones, sean realmente eficaces. A modo de esquema se muestra cómo se comporta la transmisión del sonido a nivel estructural en la Fig. 4.19.



Figura 4.19: Esquema transmisión sonido a nivel estructural. **Fuente:** Geberit.

Los materiales más adecuados en la fabricación de tuberías insonorizantes, son aquellos que aportan una aleación en su composición, que hacen aumentar su densidad y permiten absorber los ruidos que se generan. Los más frecuentes en el mercado son tubos y accesorios de PP y HDPE. Los sistemas de última generación, aportan en los accesorios refuerzos en las zonas susceptibles de transmitir los ruidos, como es el caso de los codos o injertos cuando hay cambios de dirección en los trazados.

Otro punto al que hay que prestar atención es en la manera en la que las tuberías se anclan a los elementos constructivos. A pesar de emplear tubos y accesorios insonorizantes, el sistema puede fracasar si no se emplean las fijaciones adecuadas. Las abrazaderas deben ser isofónicas, con una capa interior



aislante y con una base también aislante. La ejecución debe tratarse cuidadosamente para evitar que, por ejemplo, restos de mortero “rompa” el aislamiento de la tubería y el soporte.



Figura 4.20: Abrazaderas isofónicas con restos de mortero. **Fuente:** Geberit.

4.9 CONCLUSIÓN

Un sistema ahorrador de agua no es un elemento aislado en las instalaciones de suministro y evacuación de un edificio. Para conseguir los resultados óptimos que nos ofrece el producto se deben tener en cuenta todos los elementos que componen las instalaciones hidrosanitarias, siendo de vital importancia la calidad de los productos que se utilizan y las fases diseño, cálculo, construcción y control de ese tipo de instalaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- AENOR (2001): UNE-EN 12056-2. AENOR. Madrid, España.
- Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (2000): Instalaciones de Edificios. Madrid, España.
- Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Valencia (1996): Saneamiento en los Edificios. Valencia, España.
- Geberit S.A.U (2016): "Sección Productos" .Web de la empresa Geberit. El Prat de Llobregat, España.
- MINISTERIO DE VIVIENDA (2006): Código Técnico de la Edificación. Graficas Elisa. Alcalá de Henares, España.

5 CLIMATIZACIÓN DE OFICINAS CON AEROTERMIA



5.1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo tiene la finalidad de definir los sistemas de climatización más adecuados para los edificios de oficinas y despachos, así como las posibilidades existentes para la mejora de la eficiencia energética de esta parte de la instalación.

Se comenzará por definir los tipos de sistemas de climatización existentes en el mercado, profundizando en los sistemas de bomba de calor con energía aerotérmica, las tecnologías aplicables como medidas de ahorro energético y recuperación de calor para todo tipo de instalaciones.

Posteriormente se analizará la distribución y necesidades de los edificios de oficinas, así como sus particularidades y normativa que les afecta, de manera que se establezcan los sistemas más adecuados para su climatización y confort, aplicando las opciones disponibles y enumeradas anteriormente.

Como conclusión se presentarán una serie de ahorros que se pueden conseguir con la inclusión de ciertos dispositivos y opcionales, para la mejora de la eficiencia de estas instalaciones.

5.2. SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

Los sistemas de climatización, se clasifican en función del fluido que combate la carga del local a acondicionar, y que junto con los elementos terminales o equipos se encargará de conseguir las condiciones adecuadas para el ambiente que queremos climatizar.

Según este criterio, los tipos de sistemas son:

- **Sistemas todo aire:** el aire es el único fluido utilizado.



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

- **Sistemas todo agua:** el agua es el fluido que se emplea.
- **Sistemas aire-agua:** se emplean ambos fluidos simultáneamente en el interior de los locales.
- **Sistemas de refrigerante:** el fluido caloportador es un fluido refrigerante.

Por otro lado, en los sistemas se pueden distinguir los siguientes subsistemas:

- **Centrales de tratamiento:** equipos encargados de preparar los fluidos (agua, aire o refrigerante) que deben llegar a los elementos terminales de la instalación. Así mismo, puede existir o no un fluido intermedio entre la producción de frío (o calor) y estas centrales, según sean o no de tipo autónomo.
- **Elementos terminales:** encargados de preparar el aire que se impulsa al local, con los fluidos que reciben de la central de tratamiento (aire, agua o refrigerante). Pueden estar situados en el interior del mismo local, o muy próximos a él.
- **Elementos intermedios:** sirven de unión entre la central de tratamiento y los elementos terminales. Están incluidas tanto las canalizaciones (conductos, tuberías, etc...), como los accesorios necesarios para la instalación (válvulas, bombas, etc...)
- **Equipamiento de control y seguridad.**

En muchos casos, los equipos de producción y las centrales de tratamiento son equipos frigoríficos, cuyo funcionamiento está basado en el Ciclo de Carnot (Fig. 5.1), en el cual un fluido refrigerante recibe trabajo de un compresor, cediendo posteriormente su calor a un foco caliente (condensador), para expandirse a continuación, y recibir el refrigerante calor del foco frío (evaporador).

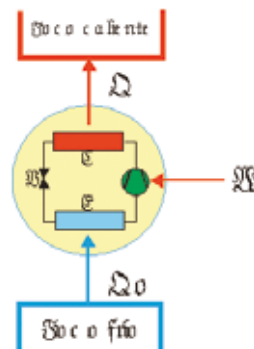


Figura 5.1. Ciclo de Carnot. Fuente: AFEC.



Estos equipos se clasifican según el fluido de intercambio mediante el cual se enfría o calienta el refrigerante en cada uno de los focos. Esta clasificación se hace nombrando en primer lugar el medio en el que condensa el equipo, cuando funciona dando frío al local que queremos climatizar.

Existen equipos:

- **Aire-aire:** Intercambio con aire en ambas unidades.
- **Aire-agua:** Intercambio con aire en unidad exterior y agua en unidad interior.
- **Agua-aire:** Intercambio con agua en unidad exterior y aire en unidad interior.
- **Agua-agua:** Intercambio con agua en ambas unidades.
- **Tierra-agua:** Intercambio con terreno en unidad exterior y agua en unidad interior.

Se define como *aerotermia* la extracción de energía del aire, aprovechado el calor que hay en él. La producción de calor, mediante bombas de calor capaces de coger calor de un foco frío, que en este caso es el aire, y hacerlo llegar al foco caliente, que será el sistema a climatizar, es una tecnología eficiente y que aprovecha una energía renovable y natural. Dentro de la clasificación anterior, estarían incluidas las unidades aire-agua y aire-aire.

El sistema está diseñado para tener la capacidad de transportar mucha más energía que la que consume, tanto produciendo calor como frío.



Figura 5.2. Bomba de calor. Fuente: Grupo CIAT.



La Fig. 5.2. representa gráficamente una bomba de calor que entrega 4 kW de potencia de calefacción, consumiendo 1 kW eléctrico y captando 3 kW de energía gratuita del ambiente.

La directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, establece un marco común, al tiempo que define las energías procedentes de dichas fuentes. Establece el método para calcular la cantidad de energía aerotérmica, geotérmica o hidrotérmica capturada por bombas de calor que debe considerarse energía procedente de fuentes renovables y recomienda a los Estados Miembros el fomento del uso de las bombas de calor.

Según el tipo de edificio a climatizar, será mejor la elección de uno u otro sistema de climatización, siendo a veces posible elegir dos o más sistemas diferentes para una misma instalación. Los principales factores que hay que tener en cuenta a la hora de elegir uno u otro sistema son:

- Distribución en planta del edificio: se pueden encontrar espacios diáfanos, o bien plantas divididas en muchos espacios pequeños e independientes.
- Dimensiones del edificio.
- Costes de la instalación.
- Costes de mantenimiento y reparaciones en uno u otro sistema.
- Confort exigido en los locales, y variables que se deben controlar.
- Necesidades de ventilación y recuperación de aire.
- Nivel sonoro exigido y generado por la instalación.
- Espacios disponibles para pasar las instalaciones.
- Espacios disponibles para la ubicación de los equipos.
- Normativa aplicable.

5.2.1. Sistemas todo aire

Los sistemas todo aire son los que emplean un caudal de aire frío o caliente, para conseguir las condiciones deseadas de temperatura, humedad y limpieza del aire, puede verse un ejemplo en la Fig. 5.3. Este aire es enviado al local a climatizar desde la central de tratamiento, para distribuirse a través de las unidades terminales, que en este caso son elementos de difusión (difusores, rejillas, toberas...).

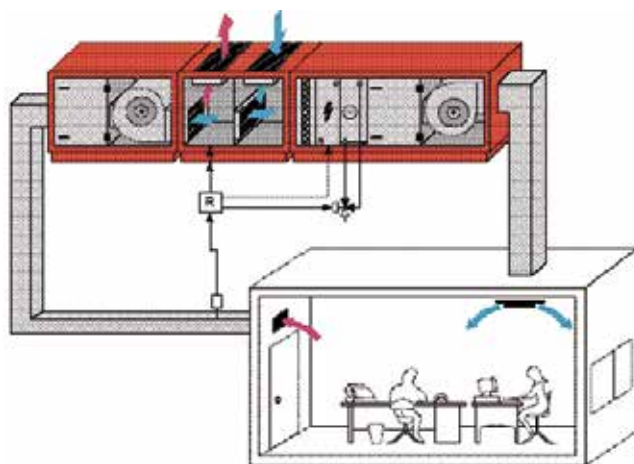


Figura 5.3. Sistema todo aire con climatizador. **Fuente:** Grupo CIAT

Las unidades son de dos tipos:

- Equipos de expansión directa: Pueden ser compactos o partidos.
- Climatizadores: Para su funcionamiento precisan también de unidades enfriadoras de agua, bombas de calor y/o calderas, para enfriar o calentar el agua que llegue a las baterías del climatizador. En algunas ocasiones, pueden llevar baterías que trabajan directamente con refrigerante.

5.2.1.1. Equipos de expansión directa o equipos autónomos

Las unidades de expansión directa, también se denominan unidades autónomas. Como se indicaba anteriormente pueden ser compactas o partidas. Las unidades autónomas para producción de frío, están equipadas por tanto con todos los elementos fundamentales de estos sistemas, es decir, compresores, condensadores refrigerados por aire o por agua, sistema de expansión y evaporador de aire con ventilador con presión disponible. Estos equipos autónomos pueden equiparse también con sistemas de bomba de calor, invirtiendo el ciclo de refrigerante para la producción de aire caliente en la época de invierno. Pueden ser de varios tipos:

- **Compactos de cubierta o roof-top.** Equipos de condensación por aire para ubicación en exterior. Su potencia está comprendida entre los 15 kW y los 350 kW. Estos equipos pueden incorporar múltiples opcionales de *free-cooling* y recuperación, enfocados a la eficiencia y el ahorro energético, así como otros opcionales apropiados para mantener la calidad del aire del local,



como filtraciones de alta eficacia y sondas de calidad de aire. Con un sólo equipo, se puede disponer de todos los elementos necesarios para alcanzar las condiciones deseadas de temperatura, humedad y ventilación en el local a climatizar.

- **Compactos verticales u horizontales.** Equipos de condensación por aire o por agua, para ubicación en el interior. Su potencia está comprendida entre los 6 kW y los 110 kW. En el caso de que los equipos sean condensados por aire, deben disponer de ventiladores centrífugos, para poder extraer el aire de condensación al exterior. Si el equipo es condensado por agua, la instalación debe disponer de torre de refrigeración, aerorefrigerador u otro sistema para enfriar el agua de condensación del equipo.
- **Unidades partidas.** Estos equipos se encuentran divididos en dos piezas, una unidad exterior, donde se encuentran el condensador y el compresor, y por otro lado la climatizadora o unidad interior, compuesto por el evaporador y el sistema de expansión. La climatizadora debe ubicarse en el exterior del edificio, cuando llevan ventilador axial, o en algún cuarto técnico, cercano a la fachada, cuando no exista posibilidad de ubicarla en el exterior, y disponga de un ventilador centrífugo. La climatizadora se une a la unidad interior, mediante unas líneas de refrigerante. La gama de potencias comprende desde los 5 a los 140 kW.

5.2.1.2. Climatizadores

Los climatizadores o unidades de tratamiento de aire (UTA), son unidades que ofrecen muchas posibilidades, ya que suelen ser equipos modulares seleccionados según las necesidades de cada instalación. Esta concepción casi "a medida", permite una flexibilidad mayor en cuanto a caudales de aire y potencias proporcionadas por las baterías de frío o calor de los equipos. Dichas baterías podrán funcionar con agua o bien con refrigerante. También proporcionan más opciones en cuanto a posibilidades de secciones de filtración y presiones disponibles proporcionadas por los ventiladores. Las calidades y acabados que pueden encontrarse en el mercado son muy variados y pueden adaptarse a las necesidades de la instalación.

A diferencia de los equipos autónomos que habitualmente disponen de su propia regulación electrónica para el control del equipo y de los diferentes parámetros que queremos controlar en el local a climatizar, los climatizadores necesitan de una regulación específica adaptada a su configuración. Teniendo en cuenta también que se seleccionan según las necesidades de la instalación, la precisión en el control de las variables que podemos controlar con un climatizador, es mayor que con los equipos autónomos. En

ciertas aplicaciones especiales en cuanto a precisión o a higiene, la única opción para la climatización es una UTA.

La envolvente o carcasa de un climatizador cumple por un lado la función de aislar entre sí el ambiente exterior de los componentes del climatizador, y por otro servir de soporte para las diferentes secciones. Esta función es tan importante, que existe una norma (UNE-1886) para establecer los puntos que debe cumplir la envolvente. En concreto se deben cumplir y comprobar los siguientes puntos:

- Resistencia mecánica.
- Estanqueidad de la envolvente.
- Estanqueidad de la sección de filtros en función de la eficacia de filtración.
- Aislamiento térmico de la envolvente (coeficiente de transmisión, puentes térmicos).
- Aislamiento acústico de la envolvente.
- Resistencia al fuego.
- Seguridad mecánica y protección de elementos en movimiento.

Todos estos puntos son diferenciadores entre unos tipos de climatizadores y otros, y deberán ser tenidos en cuenta por el proyectista en función del tipo de instalación.

5.2.2. Sistemas todo agua

Los sistemas todo agua, son aquellos que utilizan como fluido caloportador una corriente de agua, fría o caliente. Esta agua se transporta al interior del local a acondicionar, donde un elemento terminal, en este caso un *fan-coil* o inductor, se encargará de acondicionar el local aprovechando la temperatura del agua. También puede emplearse para un sistema de suelo radiante o refrescante, instalando una gran superficie de tubería por debajo del suelo del local, consiguiendo así una distribución de temperatura en el local muy uniforme. En este caso las unidades centralizadas son enfriadoras de agua, condensadas por aire o por agua, bombas de calor aire-agua o agua-agua, o calderas.



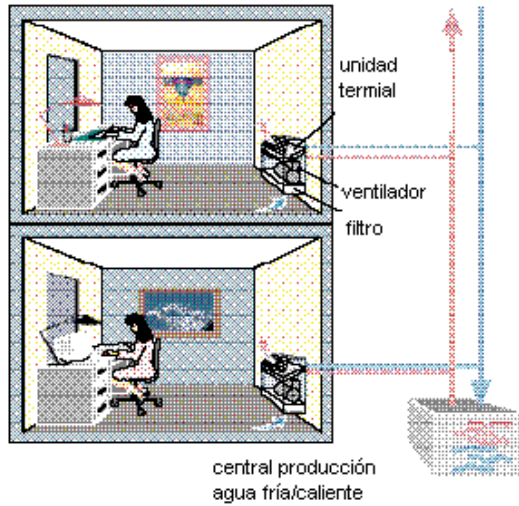


Figura 5.4. Sistema todo agua con fan-coils. Fuente: Grupo CIAT

5.2.3. Sistemas aire-agua

Los sistemas aire-agua son los que utilizan al mismo tiempo un caudal de aire y uno de agua que llegan al local que se quiere climatizar. En este caso se emplean *fan-coils* o inductores para calentar o refrigerar el local, y por otro lado climatizadores para aportar el aire de ventilación a los locales. Es mucho más habitual este sistema mixto que el sistema todo agua, ya que para garantizar una calidad de aire mínima casi siempre se ventilan los recintos y este aporte de aire primario es tratado antes de introducirlo en el local.

5.2.4. Sistemas todo refrigerante

Los sistemas todo *refrigerante* son los que llevan el mismo fluido refrigerante a los locales a acondicionar. En el local se dispone de un climatizador de expansión directa que funciona como evaporador del refrigerante en caso de funcionar en el ciclo de frío, o como condensador en caso de funcionar como bomba de calor en período de calentamiento del local.

Dentro de estos sistemas podemos encontrar desde los pequeños equipos *split* empleados habitualmente en viviendas, hasta los grandes sistemas VRF (sistemas de refrigerante variable), en los cuales se disponen varias condensadoras exteriores, conectadas a múltiples unidades interiores. Se sustituye por tanto el agua de los típicos sistemas de *fan-coils* a dos tubos, por el refrigerante como fluido que transporta la energía frigorífica y calorífica.



5.3. SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE CALOR Y AHORRO ENERGÉTICO EN INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN

A la hora de ahorrar energía en una instalación de climatización, la forma más sencilla es el *free-cooling* o enfriamiento gratuito por aire exterior. Consiste en sustituir el aire de retorno de la instalación por aire exterior, cuando la temperatura o entalpía de este aire es inferior a la del de retorno, y se necesita enfriar el local en cuestión. Para ello será necesaria una caja de mezclas con un juego de dos o tres compuertas, y en muchos casos un ventilador para retorno y extracción. El sistema dispondrá de un regulador que en función de las condiciones de temperatura o entalpía del aire exterior y del retornado del ambiente, decidirá si el aire más rentable es uno u otro. De esta forma, si el aire que atraviesa la batería del equipo ya reúne las condiciones necesarias, no precisará de aportación energética alguna, y si no las consiguiera totalmente, se le aporta sólo la diferencia, con el consecuente ahorro energético.

Ya que es obligatoria la extracción de una cierta cantidad de aire en los locales a climatizar, para cumplir con la normativa sobre ventilación, se puede aprovechar este aire extraído para hacerlo pasar por un recuperador y así aprovechar las buenas condiciones de este aire para conseguir un importante ahorro energético. Según el RITE 2007 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios), actualmente es obligatoria la recuperación del aire de extracción, a partir de 1800 m³/h de aire extraído.

Esta recuperación puede hacerse directamente, mediante recuperadores de placas o rotativos, o indirectamente, mediante circuitos frigoríficos, según se recoge en la Guía del IDAE "Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización"

Los recuperadores de placas consisten en un intercambiador constituido por apilamiento de placas finas paralelas entre sí, entre las cuales circulan los dos flujos de aire: el de extracción y el aire nuevo. El calor se transmite de uno a otro flujo a través de las placas. Los recuperadores de placas se utilizan para recuperar calor sensible, variando la temperatura y manteniendo la humedad específica constante. En general, con este tipo de recuperadores se obtienen grandes superficies de intercambio en espacios reducidos y una eficacia muy razonable en función de su precio bastante competitivo (entre el 45 y 65 %). En estos equipos no se permite un contacto directo entre las corrientes de aire de extracción e impulsión, evitando así la contaminación del aire de renovación. Entre sus inconvenientes pueden señalarse las elevadas caídas de presión, y la variación de potencia recuperada en función de las condiciones del aire exterior.

Los recuperadores rotativos, como el que se puede ver en la Fig. 5.5, están formados por una carcasa que contiene una rueda o tambor que gira, de ma-



terial permeable al aire y caracterizado por una gran superficie de contacto resistente a la abrasión. Dos sectores separan el flujo de aire exterior del flujo de aire de extracción, mientras el tambor, girando, es atravesado por uno u otro, en secuencia, con un período dictado por la velocidad de rotación del tambor.

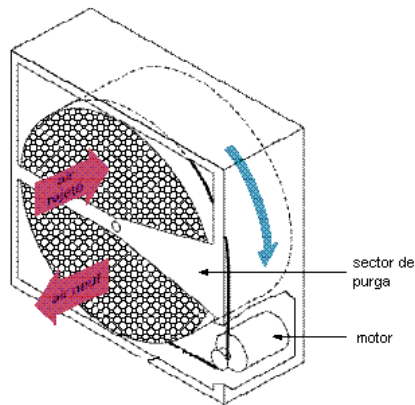


Figura 5.5. Recuperador rotativo. Fuente: Grupo CIAT

Durante la rotación, el tambor absorbe calor de la corriente de aire más caliente, y lo cede sucesivamente a la corriente de aire más frío.

Los recuperadores rotativos pueden intercambiar calor sensible, o calor sensible y latente en función de las características higroscópicas del rotor. En este segundo caso, se le denomina recuperador entálpico.

En estos equipos puede existir contaminación de la corriente de aire de impulsión con la de extracción, para reducirla se dispone en el equipo de una sección de purga, y se mantienen los conductos del aire de renovación a mayor presión que los de extracción.

En general, como ventajas principales de estos recuperadores pueden señalarse su alta eficiencia y las posibilidades de regulación efectiva, variando la velocidad de giro de la rueda, de acuerdo a las condiciones de operación. Como inconvenientes no se debe olvidar el problema de la contaminación, las posibles obstrucciones de la masa acumuladora, y también la variación de la potencia recuperada en función de las condiciones del aire exterior.

Con la publicación de la Directiva 2009/125/CE sobre diseño ecológico para productos relacionados con la energía (Directiva ERP, *Energy Related Products*)



se establecieron los requisitos generales para optimizar el consumo energético y reducir el impacto medioambiental en la Unión Europea. Partiendo de esta directiva europea, para los climatizadores de aire primario se ha desarrollado el Reglamento 1253/2014, por el cual se establecen las directrices de eco-diseño de las unidades de ventilación. Aplica desde enero de 2016 y posteriormente desde enero de 2018, unos requisitos mínimos y reforzados de eficiencia energética sobre los filtros, recuperadores, ventiladores y motores. En concreto, la eficiencia mínima de los recuperadores de placas y rotativos, tendrá que ser para cumplir con la ERP 2016 del 67 % y para la ERP 2018 del 73 %.

Para los equipos autónomos, tenemos otra opción consistente en la recuperación frigorífica. Este sistema añade un circuito frigorífico adicional en estas unidades, aprovechando las condiciones óptimas de temperatura del aire de extracción del local a acondicionar.

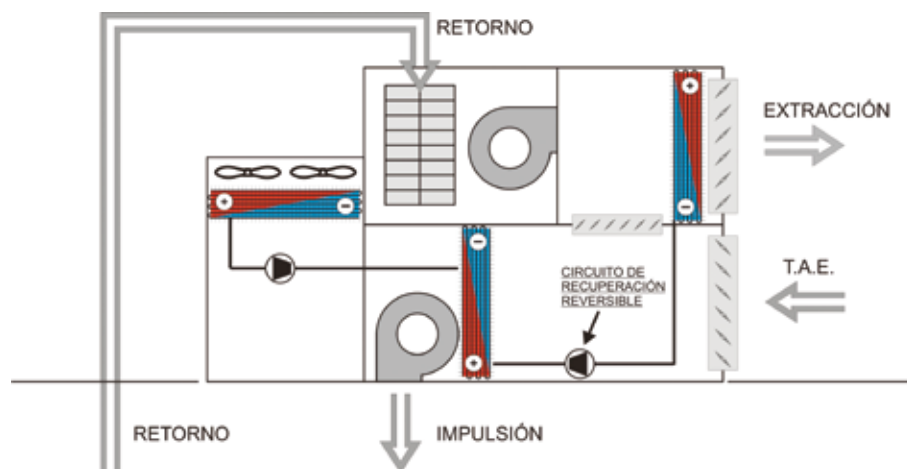


Figura 5.6. Equipo autónomo con sistema de recuperación frigorífica.

Fuente: Grupo CIAT

Teniendo en cuenta que el aire del local permanece a una temperatura más o menos constante, y en unas condiciones mucho mejores que el aire del exterior, este circuito frigorífico adicional funcionará con unos rendimientos mucho mejores que el resto del equipo. La potencia recuperada será constante en todas las épocas, a diferencia de los recuperadores de placas y rotativos, que varían en función de las condiciones exteriores. De esta manera se consiguen equipos autónomos mucho más eficientes, y capaces de dar una potencia frigorífica mayor que otro del mismo tamaño sin recuperación.

Existen más sistemas de recuperación de calor del aire de extracción en el mercado, aunque los aquí nombrados son los más habituales.



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

Por último, otro opcional que se puede incluir en los equipos con funcionamiento por compresión mecánica cuando están produciendo frío, es un recuperador parcial para la preparación de agua caliente sanitaria, en las instalaciones en las que ésta sea necesaria. Consiste en montar un intercambiador de placas en la salida de los gases del compresor, aprovechando la alta temperatura que tiene el refrigerante en ese punto. Por el otro lado del intercambiador se hará pasar un caudal de agua, la cual se podrá calentar hasta 60 °C aproximadamente. De esta manera podemos recuperar aproximadamente un 25 % de la potencia calorífica del equipo, que de otra manera se evacuaría al exterior. En algunos casos y bajo determinadas premisas puede permitirse la sustitución de paneles solares por este sistema.

5.4. CLIMATIZACIÓN DE EDIFICIOS DE OFICINAS

Los edificios de oficinas se caracterizan principalmente por ser espacios muy compartimentados, con zonas de diferentes dimensiones y distintos usos, y que además podrán sufrir modificaciones durante la vida útil de la instalación. Es muy habitual también que estén distribuidos en varias plantas.

Hay que tener también en cuenta que algunos de los recintos pueden tener diferentes horarios de funcionamiento, siendo en algunos casos de uso esporádico.

Al ser un espacio de trabajo, donde las personas pasan una cantidad de tiempo muy importante, la calidad del aire y el confort son fundamentales. Sin olvidar la importancia de la estética.



Figura 5.7. Compartimentación oficina. **Fuente:** Grupo CIAT



El sistema de control debe tener la capacidad de que cada usuario pueda seleccionar las condiciones de su lugar de trabajo, y asegurar el apagado de una zona cuando no se encuentre ocupada.

5.4.1. Parámetros a controlar por el sistema de climatización

Los sistemas de climatización tienen la finalidad de controlar, dependiendo del tipo de instalación, las siguientes variables del local a climatizar:

- Temperatura seca.
- Humedad.
- Grado de pureza del aire de los locales.
- Velocidad del aire.
- Nivel sonoro producido por los equipos de climatización.

5.4.1.1. Temperatura y humedad

Según el RITE, las condiciones interiores de diseño de temperatura y humedad de los locales a climatizar deben estar comprendidas entre:

Tabla 5.1. Temperatura operativa y humedad relativa según IT 1.1.4.1.2.

ESTACIÓN	TEMPERATURA OPERATIVA °C	HUMEDAD RELATIVA %
Verano	23-25	45-60
Invierno	21-23	40-50

Fuente: Grupo CIAT.

Sin embargo, en cuanto al ámbito de aplicación, en la IT 3.8.2., se establece una limitación de temperaturas. Por razones de ahorro energético se limitarán las condiciones de temperatura en el interior de los locales, no pudiendo ser superior a 21°C en los recintos calefactados, ni inferior a 26°C en los recintos refrigerados, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional. Estas limitaciones se aplicarán exclusivamente durante el uso de las instalaciones, con independencia de las condiciones interiores de diseño establecidas.



5.4.1.2. Ventilación

Según el RITE, en función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar, será como mínimo:

- **IDA 1:** (aire de óptima calidad) Hospitales, laboratorios, guarderías, etc.
- **IDA 2:** (aire de buena calidad) Oficinas, residencias, salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
- **IDA 3:** (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte y salas de ordenadores.
- **IDA 4:** (aire de baja calidad)

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior dadas anteriormente, se puede calcular por varios métodos.

Según el método indirecto de caudal de aire exterior por persona, se emplearán los valores de la siguiente tabla:

Tabla 5.2. Caudales de aire exterior por persona IT 1.1.4.2.3

CATEGORÍA	l/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12.5
IDA 3	8
IDA 4	5

Fuente: Grupo CIAT.

Para los edificios de oficinas debe considerarse la categoría IDA 2, tanto para el cálculo de este caudal de aire, como a la hora de seleccionar los filtros a incorporar en las unidades de ventilación.

Las clases mínimas de filtración a emplear, se dan en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), indicada anteriormente.



La calidad del aire exterior (ODA) se clasifica de acuerdo a los siguientes niveles:

- **ODA 1:** Aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo polen).
- **ODA 2:** Aire con concentraciones altas de partículas y/o gases contaminantes.
- **ODA 3:** Aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y/o de partículas (ODA 3P).

Tabla 5.3. Clases de filtración IT 1.1.4.2.4

CALIDAD DEL AIRE EXTERIOR	CALIDAD DEL AIRE INTERIOR			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA 3	F7 + GF (*)+F9	F7+GF+F9	F5+F7	F5+F6

(*) GF = Filtro de gas (filtro de carbono) y, o filtro químico o físico-químico (fotocatalítico) y sólo serán necesarios en caso de que la ODA 3 se alcance por exceso de gases

Fuente: Grupo CIAT.

5.4.1.3. Velocidad del aire

En cuanto a la velocidad del aire, para zonas ocupadas, lo recomendable es que el aire llegue a ésta con una velocidad máxima de 0,2 m/s para difusión por mezcla, y de 0,17 m/s para difusión por desplazamiento.

Hay que ser especialmente cuidadosos por tanto con la elección de los elementos de difusión, para no crear un disconfort constante en las personas, ya que el puesto de trabajo habitualmente es el mismo durante toda la jornada.

5.4.1.4. Nivel sonoro

En cuanto al nivel sonoro, las recomendaciones que hace la norma UNE-EN 13779 para oficinas es, que la presión sonora generada o transmitida por la ventilación o el sistema de climatización en estas zonas no sobrepase 40 dB. Este valor es un valor medio y válido sin fuentes de ruido del exterior o en el recinto utilizado. Se incluyen los muebles pero no las personas en el recinto.



5.4.2. Elección del sistema de climatización

Tanto a la hora de realizar el cálculo de cargas térmicas de la instalación, como de seleccionar el mejor sistema de climatización habrá que tener algunos factores más en cuenta:

- **Ubicación geográfica:** las condiciones exteriores afectarán tanto en el cálculo de cargas térmicas de la instalación, como en la necesidad de humidificar el ambiente o no. También puede influir a la hora de seleccionar unas centrales térmicas de un tipo u otro.
- **Horarios de funcionamiento:** suele ser habitual que funcionen únicamente durante el día, aunque en algunos casos pueden tener turnos de trabajo continuos.
- **Cargas térmicas de equipos:** en este caso, calor generado por los diferentes ordenadores distribuidos en los puestos de trabajo.
- **Ocupación:** tanto por la carga aportada por las personas, como por las necesidades de ventilación que implican.
- **Iluminación:** aunque las oficinas dispongan de ventanas, debe considerarse que la luz va a estar siempre encendida. Según la norma UNE-EN 13779, deben considerarse 400 lux para oficinas con ventanas y 500 lux para oficinas sin ventanas.
- **Disponibilidad de espacio para los equipos:** esta información es muy importante, ya que afectará tanto a la elección del sistema de producción, como de los elementos terminales.

5.4.2.1. Climatización mediante enfriadoras, climatizadores o *fan-coils*

Por todo lo comentado anteriormente, estas instalaciones necesitan disponer de un sistema que sea capaz de modular las diferentes ocupaciones y consignas solicitadas para cada zona.

Una de las opciones más habituales para conseguir nuestro objetivo es la instalación de enfriadoras para producción de agua fría más calderas, o bien bombas de calor para producir tanto agua fría como caliente. Estos equipos permiten parcializar la producción según las necesidades totales de la instalación, con el consiguiente ahorro energético.



Estos equipos son frecuentemente de tipo aire-agua, aprovechando la energía aerotérmica, pudiendo instalarse en las cubiertas e incluso en salas técnicas bien ventiladas extrayendo el aire de condensación. También pueden emplearse unidades agua-agua, las cuales pueden condensar en pozos para aprovechamiento geotérmico, o mediante torres de refrigeración o aerorrefrigeradores.

En cuanto a la distribución interior puede hacerse de dos maneras:

- Con climatizadores: los cuales harán al mismo tiempo el tratamiento de aire nuevo y el aporte de potencia a la instalación para vencer el resto de las cargas térmicas. Debe tenerse en cuenta que hay que disponer de espacio en el falso techo para hacer una distribución de conductos por toda la oficina. Al mismo tiempo, esta UTA deberá ser de caudal de aire variable, para reducir o aumentar el caudal en función de los despachos que demanden frío o calor. Para ello, cada zona diferente a tratar deberá disponer de un elemento de difusión con compuerta motorizada, asociada a un termostato. La regulación de la potencia aportada al climatizador se hará mediante válvulas de control que abrirán más o menos el paso de agua a la batería. Cada UTA deberá disponer de un cuadro de control capaz de controlar todas las variables de caudal, apertura de válvulas, *free-cooling* y recuperación.



Figura 5.8. Climatizador. **Fuente:** Grupo CIAT

- Mediante *fan-coils* y climatizadores de aire primario: en este caso el tratamiento del aire primario tendrá que hacerse con climatizadores con sus correspondientes recuperadores del aire de extracción, al igual que en el caso anterior, provistos de un cuadro de regulación. El resto de la carga térmica de cada zona, se combatirá mediante uno o varios *fan-coils*, los cuales pueden ser de conductos o de tipo cassette o de suelo, dependien-



do del espacio que se disponga para su colocación. Cada *fan-coil* debe disponer como mínimo de un termostato y una válvula de control, para arrancar o parar el ventilador, y abrir o cerrar el paso de agua a la batería, según la consigna del recinto al que dé servicio.



Figura 5.9. *Fan-coil* de tipo cassette. **Fuente:** Grupo CIAT

5.4.2.2. Climatización con sistema de refrigerante variable

Este caso es muy similar al caso anterior, excepto que en lugar de producir agua fría y caliente, se deberá disponer de unidades de expansión directa con capacidad de producción variable de potencia, la cual se entrega a unas unidades terminales mediante la distribución de refrigerante por toda la instalación.

Estas unidades terminales también podrán ser al igual que los *fan-coils* de falso techo, o bien de tipo cassette o murales, y cada una de ellas tendrá su propio termostato de control para regular la entrada de refrigerante y el paro/marcha del ventilador.

Así mismo, el aporte de aire primario deberá hacerse mediante climatizadores.

Puesto que las unidades exteriores necesitan el aire para poder condensar en verano y evaporar en invierno, estamos ante otro sistema con aprovechamiento aerotérmico de energía.

5.4.2.3. Climatización de zonas de uso esporádico o pequeñas oficinas con equipos autónomos

En el caso de que la oficina disponga de algún recinto de uso muy esporádico, tipo salón de actos o sala de reuniones, puede instalarse una unidad autónoma que dé servicio únicamente a esta zona, de manera que no haya que



sobredimensionar la instalación, ni que sea necesario poner en marcha todo el sistema en caso de que sea necesario que funcione esta zona y no el resto de la instalación.

Al montar un equipo de tipo autónomo, podemos incluir en él, un sistema de *free-cooling*, recuperación de calor del aire de extracción y filtración según normativa.

Para oficinas de pequeñas dimensiones y que sean muy diáfanas, también puede disponerse de un equipo de este tipo, ya que la instalación es sencilla y su regulación también, y podremos integrar todos los elementos necesarios para cumplir la norma.

5.5. MEDIDAS Y OPCIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA

5.5.1. Sondas de CO₂

El aporte de aire nuevo a las instalaciones, supone la introducción de una carga muy elevada que es necesario vencer. Según el RITE este aporte debe hacerse según el número de personas que vayan a encontrarse en los recintos. En muchos casos, la ocupación es inferior a la calculada, y el caudal de aire nuevo es demasiado alto.

Existen en el mercado sondas de CO₂ que miden la calidad del aire, mandando una señal para introducir aire nuevo en un recinto únicamente cuando sea necesario, y por tanto reduciendo el aporte de aire nuevo y la demanda energética de la instalación.

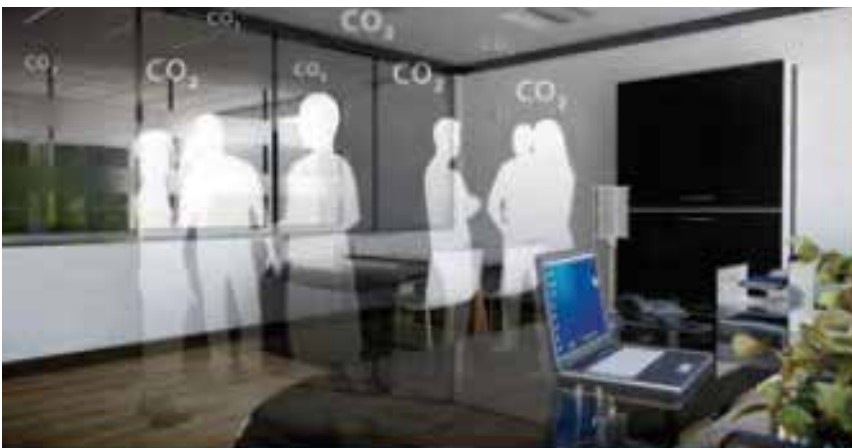


Figura 5.10. Producción de CO₂ por ocupación. **Fuente:** Grupo CIAT



5.5.2. Ventiladores con tecnología *brushless* para *fan-coils*

Actualmente los *fan-coils* disponibles en el mercado, pueden disponer de dos tipos de ventiladores, los tradicionales con escobillas y unos nuevos motores con tecnología *brushless* o sin escobillas, los cuales funcionan mediante imanes, con un control modulante por señal 0/10 V, siendo además mucho más alto su rendimiento.

La tecnología *brushless*, adapta constantemente la velocidad del ventilador y por tanto la potencia eléctrica consumida, a las necesidades reales de la instalación. Permite reducir hasta en un 85 % el consumo de los ventiladores de las unidades terminales.

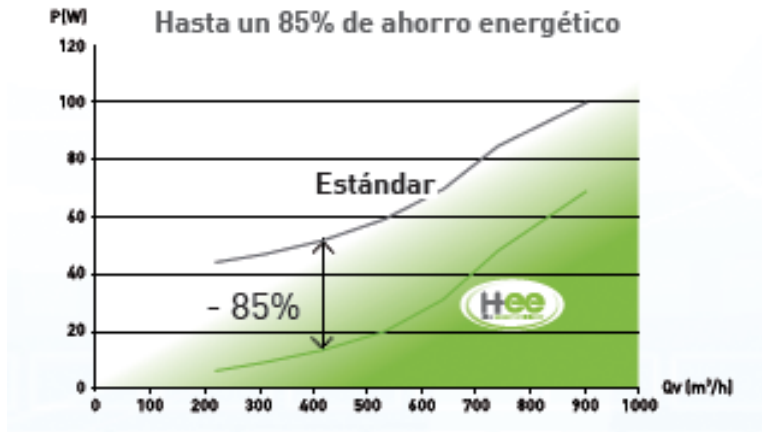


Figura 5.11. Consumo ventiladores brushless. Fuente: Grupo CIAT

5.5.3. Bombas de caudal variable

El transporte de agua en una instalación hidrónica, es uno de los mayores consumidores de potencia eléctrica. Para reducir el consumo de estos elementos, puede hacerse un circuito primario con una bomba de caudal constante, la cual se encargará de mover el agua en la enfriadora, y a continuación un circuito secundario que sea el que lleve el agua a los diferentes climatizadores y *fan-coils*.

Este circuito secundario dispondrá de bombas de caudal variable, las cuales sólo tendrán que mover el agua que tenga que circular para dar servicio a las diferentes unidades terminales. Las válvulas de control serán de dos vías, de manera que cierren el paso de agua cuando no se necesite dar potencia, reduciendo de esta manera el caudal que circula cuando disminuye la demanda.



Este desacoplamiento de la instalación puede hacerse mediante módulos hidráulicos para cada uno de los diferentes ramales, los cuales disponen de una bomba de caudal variable y una válvula de equilibrado.

ESQUEMA DE PRINCIPIO

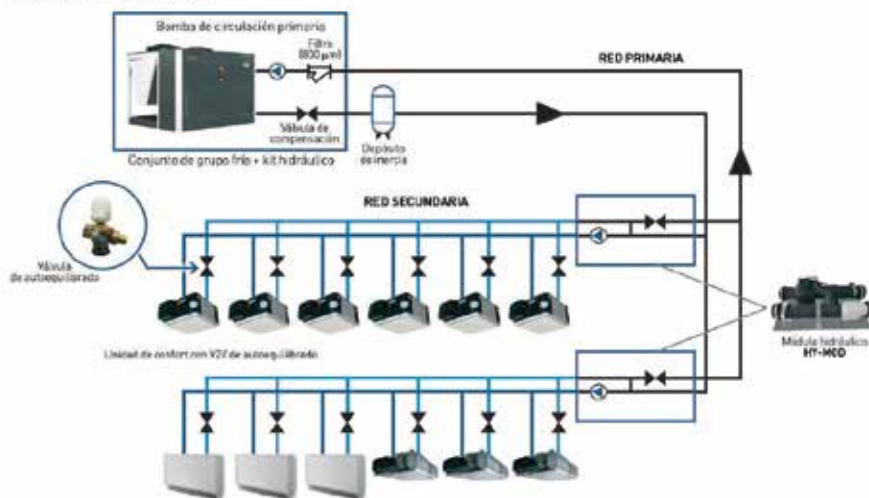


Figura 5.12. Esquema de principio caudal variable. Fuente: Grupo CIAT

5.5.4. Sistemas de control centralizados y monitorización remota

La regulación de las unidades terminales puede ser de tipo individual, cada usuario controla el encendido y apagado de su termostato y su consigna, o estar centralizado en un sistema de gestión, de forma que aunque cada usuario pueda gestionar su propia zona, se garantice que no quede ningún equipo en funcionamiento fuera de hora, y que las temperaturas se mantengan en un rango aceptable que no perjudique negativamente la eficiencia del sistema.

En estos sistemas se pueden incluir todos los elementos de la instalación, las unidades de producción, los recuperadores, los *fan-coils*, las bombas, las sondas, etc., facilitándose en gran manera la gestión energética de toda la instalación, controlando el encendido y apagado de los diferentes dispositivos, las consignas y los caudales.

Muchos de estos sistemas centralizados pueden conectarse a distancia vía ADSL o GSM, pudiendo hacerse una monitorización de su funcionamiento, con la finalidad por un lado de ver su comportamiento y su consumo, y por otro detectar cualquier problema o avería en el mismo.



Figura 5.13. Sistema de monitorización remota. **Fuente:** Grupo CIAT

BIBLIOGRAFÍA

- (1996) Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación DTIE 8.01 "Recuperación de Energía en Sistemas de Climatización" Comité Técnico de ATECYR. Madrid. España.
- CABETAS, A. (2001) Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación DTIE 9.01 "Sistemas de Climatización" ATECYR. Madrid. España.
- TORRELLA, E., NAVARRO, J. y otros (2005) "Manual de Climatización" AMV EDICIONES. Madrid. España.
- UNE-EN 13779.
- UNE-EN 1886.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE 2007). Real Decreto 1027/2007, del 20 de julio de 2007.
- Reglamento 1253/2014. "Reglamento de eco-diseño para unidades de ventilación".
- AFEC (2015) "La bomba de Calor. Fundamentos tecnología y casos prácticos".
- Guía técnica IDAE "Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización".

6 SISTEMAS DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN LA ENVOLVENTE



6.1 INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción tiene un papel importante en el consumo energético y en los impactos ambientales, por este motivo, en los últimos años la normativa así como los sistemas constructivos cambian y evolucionan para conseguir edificios con mejores resultados energéticos y más respetuosos con el medio ambiente.

La demanda de energía en un edificio, concretamente de un edificio de oficinas, depende de varios factores; uno de ellos directamente del consumidor, el hábito puede ser muy determinante a la hora de establecer los consumos, por otro lado el propio edificio, tanto en sus sistemas de aislamiento pasivo (envolvente, puentes térmicos, carpintería...) como activo (sistema de climatización...).

Si el objetivo es disminuir el consumo y emisiones de CO₂ de la edificación, la línea de actuación ineludible es intervenir en los edificios ya construidos y principalmente en su envolvente. Los edificios de oficinas nuevas representan un porcentaje muy reducido del total de edificios ya construidos con pocos criterios de eficiencia energética, por lo que aplicar los parámetros de sostenibilidad sobre este grupo, se conseguiría una mejora interesante pero poco importante desde el punto de vista más global.

Existen muchas soluciones para la rehabilitación energética de un edificio y que generalmente conlleva una mejora en el confort acústico. Estas actuaciones pueden ser del total del edificio o bien de una parte del mismo, mediante sistemas constructivos que se pueden aplicar en el exterior de la envolvente, interior o bien en la cámara de aire en el caso de que exista. Este tipo de actuaciones dependerá de cada tipología de obra, valorando las ventajas e inconvenientes de cada solución.

En general, en los edificios de oficinas que no están bien acondicionados o pensados desde el punto de vista de eficiencia energética, carecen de



confort. Aun estando la calefacción de la habitación a 23 °C, no alcanzan la temperatura ambiente de confort. Cuanto más aislada esté el edificio, más se acercará la temperatura ambiente a la de la calefacción. La percepción de la temperatura ambiente debe estar alrededor de los 20 °C en invierno y en verano alrededor de los 25 °C, no obstante es conveniente evitar contrastes de temperatura con el exterior de más de 12 °C por un tema de salud. Esta temperatura será la media ponderada de las temperaturas de las superficies envolventes.

Un buen proyecto de aislamiento comporta un riesgo más bajo de asimetría de la temperatura y una pequeña diferencia de sensación de calor de aire vertical de no más de 3 °C, entre la cabeza y los pies.

6.2 AISLAMIENTO POR EL INTERIOR DEL EDIFICIO

Existen numerosos sistemas para la rehabilitación energética de la envolvente que pueden aplicarse por el interior. Entre ellos se destacan los trasdosados autoportantes mediante placas de yeso laminado y trasdosados directos mediante placas de yeso laminado transformadas con aislamiento térmico y acústico. La elección del tipo de trasdosado dependerá de los requerimientos establecidos en cada proyecto.

Trasdosado directo formado por una placa de yeso laminado y EPS (10 mm de placa estándar tipo A y un espesor de EPS variable de densidad ~15 kg/m³) recubierto con material de agarre directamente sobre paramento vertical. Conductividad térmica aproximada del EPS $\lambda=0,039$ mK/W.

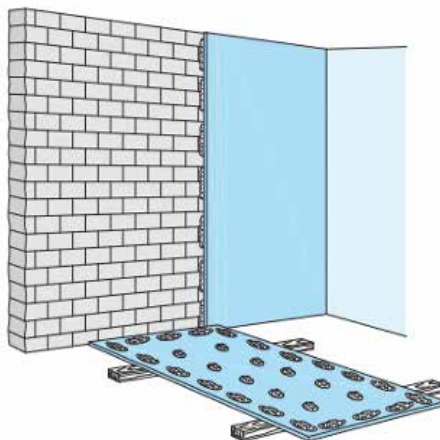


Figura 6.1. Trasdosado directo. Fuente: Knauf



Trasdosado directo formado por una placa de yeso laminado y EPS con grafito (12,5 mm de placa estándar y un espesor de EPS con grafito de densidad $>15 \text{ kg/m}^3$) recibido con material de agarre directamente sobre paramento vertical. Conductividad térmica del EPS $\lambda=0,032 \text{ mK/W}$

Trasdosado autoportante formado por placas de yeso laminado, atornilladas a una estructura metálica de acero galvanizado de canales horizontales y montantes verticales de anchos variables con una modulación de 600/400 mm e/e. y una lana mineral de espesor variable en su interior.

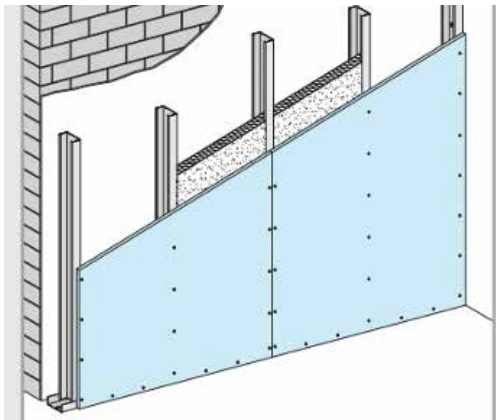


Figura 6.2. Trasdosado autoportante. **Fuente:** Knauf

La rehabilitación por el interior supone algunas ventajas:

- La fachada original se mantiene.
- Se puede actuar en una parte del edificio.
- Se mejora el aislamiento acústico y térmico.
- Se pueden pasar nuevas instalaciones por la cavidad del trasdosado.
- Con ayuda de otros sistemas como suelos flotantes o techos suspendidos, se pueden controlar los puentes térmicos del encuentro entre fachada y forjado. En el caso de pilares pasando el trasdosado por delante rompemos el puente térmico.
- Es una forma rápida de actuar y sencilla sin necesidad de andamiaje que moleste en la vía pública.



Rehabilitar por el interior, implica resolver los puentes térmicos como los encuentros entre fachada y forjado, capialzados, pilares... y controlar las condensaciones superficiales. En caso necesario se tendría que colocar una barrera de vapor.

Tabla 6.1. Ejemplo de rehabilitación de fachada por el interior con Trasdoso Autoportante

FACHADA ORIGINAL	SIN REHABILITAR	TRASDOSADO AUTOPORTANTE PYL 15 +LM 40 MM	TRASDOSADO AUTOPORTANTE PYL 15 +LM 50 MM	TRASDOSADO AUTOPORTANTE PYL 15 +LM 60 MM
½ pié ladrillo perforado con enlucido	2,34	0,63	0,53	0,46
½ pié ladrillo perforado con Cámara aire 10 cm y LH sencillo enlucido	1,28	0,51	0,45	0,40
½ pié LH triple PUR 3 cm cámara aire 2 cm LH sencillo enlucido	0,60	0,35	0,32	0,29

Valores U W/(m²K) aproximados, en función de la conductividad térmica de la lana mineral (LM)

Fuente: Knauf

6.3. REHABILITACIÓN FACHADA POR EL EXTERIOR DEL EDIFICIO

Rehabilitar una fachada por el exterior, nos permite corregir los puentes térmicos de una manera eficiente, debido a que el aislamiento es totalmente continuo, esta es una de las grandes diferencias con la rehabilitación por el interior.

Existen varios sistemas que nos permiten mejorar la fachada tratándola por el exterior. A continuación se muestran algunos de ellos.

6.3.1 Sistema SATE

El sistema SATE (Sistema Aislamiento Térmico por el Exterior), es uno de los sistemas más extendidos por Europa. Estos sistemas deben tener como mínimo un valor de resistencia térmica igual o superior a 1 m² K/W, como se indica en la guía ETAG 004 y en las normas UNE-EN 13499 y 13500. Los sistemas SATE se pueden clasificar en función del tipo de fijación, material aislante utilizado, por aplicación y por tipos de acabado.

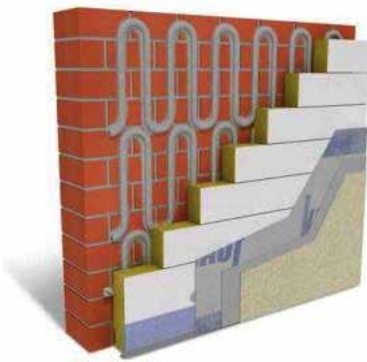


Figura 6.3. Sistema SATE con Lana mineral.
Fuente: Knauf Insulation.

El tipo de aislamiento puede ser muy diverso pero los más comunes son, EPS y Lana mineral. El espesor se ha de configurar de tal manera que el coste/eficiencia sea el óptimo, de esta manera podemos conseguir grandes ahorros en climatización, con la mínima inversión, pudiendo conseguir ahorros de consumo de combustibles próximo al 30 % y permiten un ahorro energético importante y continuo (calefacción en invierno; aire acondicionado en verano). Se estima que la inversión realizada para la instalación del sistema se amortiza, de media, en los cinco años siguientes.

6.3.2 Sistema fachada ventilada o estanca

La gran variedad de tipologías de fachadas ventiladas ofrece al proyectista una versatilidad muy amplia a la hora de combinar la estética con la eficiencia energética que ofrece este tipo de solución, esto implica una decisión que se hace difícil ver cuál es la más idónea térmicamente sin dejar de lado el tema acústico, resistencia a impactos, duradero... y sin entrar priorizar el concepto económico, aunque al final se valore el coste/eficiencia.

Cuando se acomete una rehabilitación por el exterior mediante un sistema de fachada ventilada, se pueden encontrar soluciones de acabado cerámico, aluminio... Dando un aspecto modular a la fachada, pero existen opciones de poderla realizar de manera estanca mediante sistemas continuos, ofreciendo ciertas ventajas e inconvenientes.

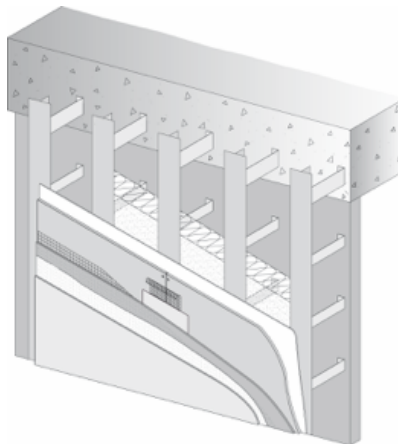


Figura 6.4. Sistema fachada ventilada con placa Aquapanel. **Fuente:** Knauf.

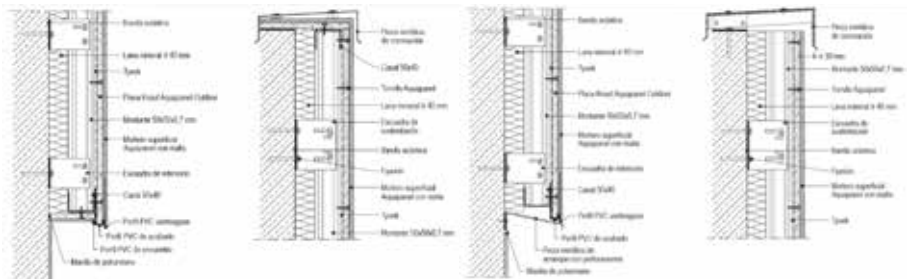


En el caso del sistema Knauf Aquapanel, se puede realizar una rehabilitación, manteniendo el mismo acabado y por tanto misma estética, dejando una cámara ventilada o sin ventilar. Es importante el tipo de aislamiento a incorporar en las dos situaciones. En el caso de fachada ventilada es recomendable un aislamiento protegido y tener muy en cuenta la reacción al fuego según lo establecido en el CTE SI siendo como mínimo de Bs3d2, además ha de ser un material no hidrófilo (<math><1 \text{ kg/m}^2</math> de absorción de agua en inmersión durante 24 horas).

Un sistema de fachada ventilada tiene sus ventajas e inconvenientes respecto a una fachada estanca. Entre ambas soluciones, el comportamiento energético puede variar considerablemente, en función de la zona climática y orientación del edificio. Es obvio que una fachada ventilada favorece el comportamiento higrotérmico de la solución constructiva, evitando que se caliente el aire de la cámara y que éste a su vez transmita calor por convección al interior del edificio. Por otro lado favorece la eliminación del vapor de agua que procede del interior.

Para que exista o se garantice el efecto chimenea, esta cámara debe tener un espesor mayor de 3 cm, también el efecto del viento sobre la fachada impulsa la entrada de aire exterior hacia el interior de la cámara enfriándola. La función del aislamiento es la de mejorar la transmitancia térmica de la hoja principal.

Cuando se habla de fachada sin ventilar, la ventaja principal es poder rellenar la cámara de aire con aislamiento, por lo que mejoramos considerablemente la transmitancia térmica del muro base, manteniendo la inercia térmica del mismo hacia la vivienda.



Fachada Knauf Aquapanel sin ventilar

Fachada Knauf Aquapanel ventilada

Figura 6.5. Comparativa del sistema de fachada Aquapanel estanca (izquierda) y ventilada (derecha). **Fuente:** Knauf.

Al analizar dos fachadas Aquapanel, manteniendo el mismo aislamiento pero ventilada y sin ventilar, y tenemos en cuenta los valores de transmitancia térmica



ca, factor solar, capacidad térmica y climatología, en un régimen dinámico, podemos tener importantes diferencias. Si sólo se analiza la fachada ventilada y estanca en régimen estacionario, se obtienen valores muy similares.

En régimen dinámico, juega un papel importante las pérdidas y ganancias térmicas, y la transmitancia. En zonas frías (por ejemplo Burgos), las pérdidas térmicas, en los meses más fríos, en una fachada ventilada serían mayores que en una estanca y las ganancias térmicas en los meses calurosos serían mayores en la fachada estanca.

Esto es debido a que existe una refrigeración por renovación de aire en la fachada ventilada, que conlleva una pérdida de calor en el muro base, en este caso en meses más fríos y en zonas de mayor demanda energética la fachada no ventilada se comportaría de una manera más eficiente. Sin embargo, el comportamiento refrigerante de la fachada ventilada nos ayuda a perder calor a través de la envolvente, reduciendo así la demanda de refrigeración del edificio frente a la fachada no ventilada.

En general y sin entrar en más detalles, las ventajas principales de una rehabilitación por el exterior serían:

- Se eliminan fácilmente los puentes térmicos, por ejemplo en cantos de forjado pilares.
- No se pierde superficie útil.
- Mejora del aspecto final del edificio y por tanto una revalorización del inmueble.
- Posibilidad de incorporar grandes espesores de aislamiento.
- Se producen pocas molestias a los usuarios.
- Resistencia a los impactos.
- En función del tipo de solución puede mejora el aislamiento acústico.

6.4 REHABILITACIÓN DE CUBIERTAS POR EL INTERIOR DEL EDIFICIO

La mayoría de los edificios construidos antes de la NBE CT 79 no llevan ningún tipo de aislamiento en cubiertas, esto implica una falta de confort térmico y acústico en las viviendas que tienen encima una cubierta de este tipo. Este sistema constructivo, cubierta inclinada y plana, transitables o no, son los elementos más expuestos a



los agentes climatológicos. Por defecto, se hace un esfuerzo en evitar la falta de estanqueidad, dejando en segundo plano el confort acústico y térmico.

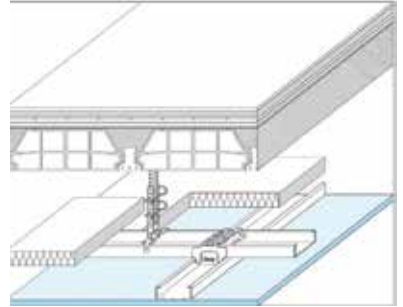


Figura 6.6. Techo suspendido. **Fuente:** Knauf.

Rehabilitar una cubierta por el exterior, en ocasiones se hace complicado dado que en la mayoría de los casos para realizar una correcta reparación se tendrá que restituir su impermeabilización con el riesgo que ello supone durante todo el tiempo en que se prolonguen los trabajos, más, si como es habitual la planta subyacente está ocupada.

Además, la actuación en el total de la cubierta presupone un acuerdo, siempre difícil, entre todos los ocupantes del inmueble a remodelar a no ser que el edificio tenga un único propietario.

Independientemente de la tipología de cubierta, el sistema de techo suspendido con placas de yeso laminado, puede ser el mismo variando el espesor de aislamiento térmico y acústico para conseguir el objetivo final.

Tabla 6.2. Ejemplo rehabilitación interior de cubierta plana.

	<p>Cubierta formada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solado - Mortero cola - Capa separadora - Capa de impermeabilización - Hormigón celular e= 10 cm - Forjado Unidireccional 30 cm - Enlucido 15 mm 	1,93
	<p>Cubierta rehabilitada con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cámara de aire de 50 mm - Lana mineral de 90 mm - Techo Knauf D112e 15 mm 	0,30

Valores U W/(m²K) aproximados, en función de la conductividad térmica del aislante.

Fuente: Knauf



6.5. REHABILITACIÓN DE ELEMENTOS DE SEPARACIÓN HORIZONTAL

En general los forjados son los elementos que por regla general la única rehabilitación que normalmente se realiza es la sustitución del pavimento, sin llegar a incorporar ningún tipo de aislamiento. Realmente es importante el poder controlar la transmitancia de este elemento para evitar el "robo" de calor entre diferentes oficinas o despachos subyacentes, sobre todo si una de las plantas está deshabitada. Esto es muy habitual, puesto que en los edificios de oficinas, es muy probable que existan plantas desocupadas o bien horarios desfasados, por lo que es importante que estos forjados estén bien aislados.

Existen tres formas de aislar térmica y acústicamente un forjado. En caso de actuar por el interior, además del techo suspendido mencionado anteriormente, existen infinidad de soluciones de techos que pueden resolver diferentes aspectos a tener en cuenta en despacho u oficinas. Es el caso del confort acústico.

Cuando se diseña un techo en oficinas, se ha de pensar, además del aislamiento térmico, en el acondicionamiento acústico, es muy habitual, despacho o salas de reuniones donde se tenga una cierta reverberación del sonido y haga que el recinto no consiga el confort deseado. Las soluciones de techos acústicos incorporando un aislamiento térmico, pueden solucionar ambos problemas, el térmico y el acústico.



Figura 6.7. Techo acústico Knauf Danoline Unity. **Fuente:** Knauf.



Otra forma de actuar en los forjados, es por encima del mismo mediante un suelo flotante o bien mediante suelos técnicos elevados en los que además podemos pasar instalaciones. Esto favorece tanto el tema térmico como el acústico al ruido de impacto si está bien diseñado los encuentros.

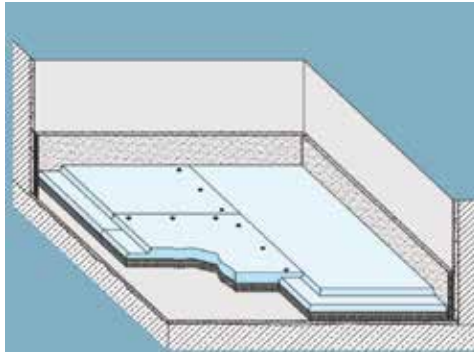


Figura 6.8. Suelo flotante. **Fuente:** Knauf sistema F 12.es.

Sistemas con placas de fibro yeso de alta densidad con aislamiento es ideal para poder rehabilitar soleras en contacto con el terreno que no tienen aislamiento, pero si se quiere conseguir una cámara de aire para incorporar instalaciones, entre los diferentes sistemas de suelos técnicos, existe la posibilidad de realizar un suelo elevado continuo donde se pueda incorporar registros, de tal manera que no se aprecian las juntas de los suelos registrables 600x600 mm.

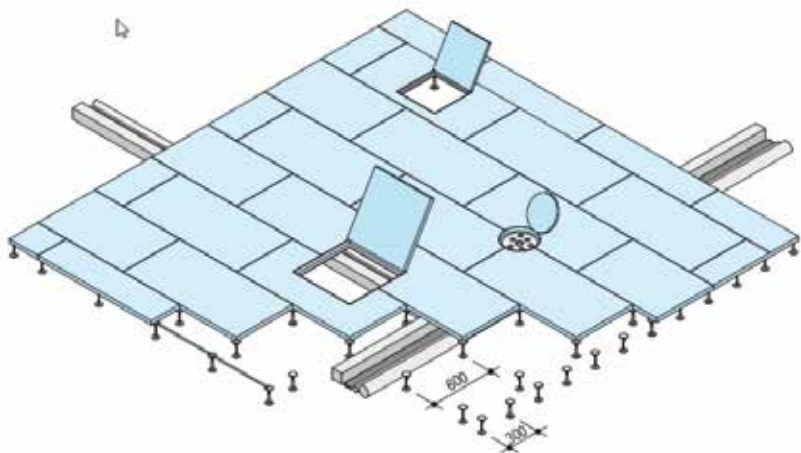
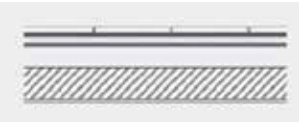
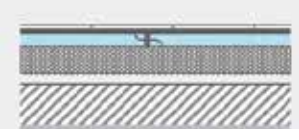


Figura 6.9. Sistema suelo técnico continuo. Sistema Tecnosol F18.es a falta de incorporar el acabado continuo final. **Fuente:** Knauf.



Tabla 6.3. Ejemplo rehabilitación interior de forjado mediante suelo flotante.

CROQUIS		TRANSMISIÓN TÉRMICA U W/m ² K
	<ul style="list-style-type: none"> - Forjado con losa de hormigón - Solado - Mortero de cemento - Capa compresión - Losa de hormigón 14 cm - Guarnecido 	1,99
	<p>Forjado rehabilitado con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Knauf Brió F12.es de 23 mm - EPS 50 mm 	0,54

Valores U W/(m²K) aproximados, en función de la conductividad térmica del aislante.

Fuente: Knauf

6.6. INSUFLADO EN CÁMARA

Una de las opciones menos molestas para los inquilinos y que ofrece una rápida puesta en obra, es el insuflado de aislamiento en las cámaras de aire de las fachadas, siempre y cuando la tipología de fachada tenga una solución de doble hoja con cámara de aire.

El sistema es relativamente fácil y rápido, sin llegar a generar muchas molestias si se inyecta por el exterior.

Antes de su ejecución, siempre se ha de inspeccionar la cámara de aire para ver si es viable la actuación y que no existan objetos que puedan perjudicar la uniformidad del material aislante.

Esta solución no evita los puentes térmicos que puedan existir en pilares o cantos de forjado, por lo que el tratamiento de estos puntos débiles, se ha de realizar de una manera similar a la rehabilitación por el interior.

6.7. PUENTES TÉRMICOS LINEALES

Anteriormente se han explicado las diferentes formas de rehabilitar una fachada, existiendo una gran diferencia en el tratamiento de los puentes térmicos



cuando se rehabilita por el exterior, por el interior o en la cavidad de la fachada si existe una cámara de aire.

Los puentes térmicos se pueden definir como la zona de la envolvente del edificio en la que existe una variación de la uniformidad de la construcción, por un cambio de espesor del cerramiento, tipo de material empleado, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad que provoca una pérdida de resistencia térmica respecto al resto del cerramiento y en general, punto más sensible donde se pueden producir condensaciones superficiales.

Estos puntos más conflictivos de la envolvente, pueden provocar una pérdida de energía muy elevada respecto al resto y que no deben ser despreciados. En un edificio nuevo es más fácil resolverlos si se analizan desde el inicio del proyecto, a diferencia de una rehabilitación.

Los puentes térmicos más comunes en la edificación y que quedan recogidos en la norma EN ISO 14383 son:

- Puentes térmicos integrados en la envolvente.
- Puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos:
 - Encuentros de voladizos con fachadas.
 - Encuentros de tabiquería interior con fachadas.

Puede suceder que, aumentando el aislamiento térmico en la envolvente, estemos manifestando aún más ese puente térmico, aumentando el flujo de calor en los puntos débiles

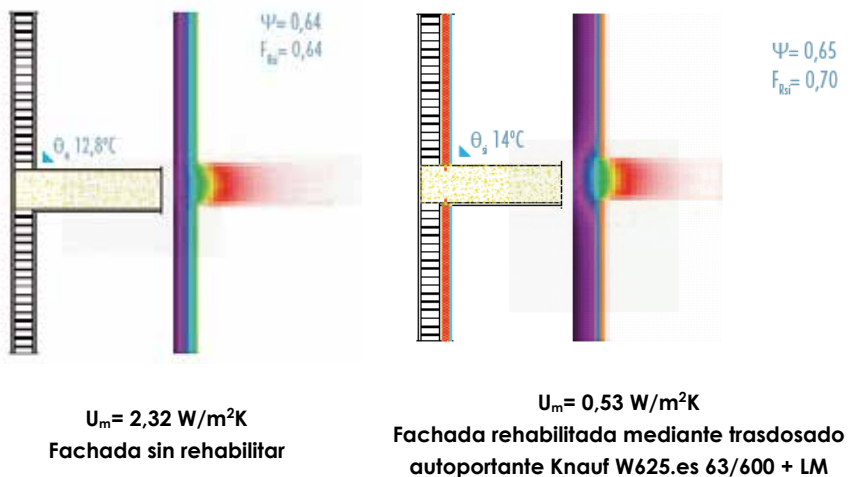
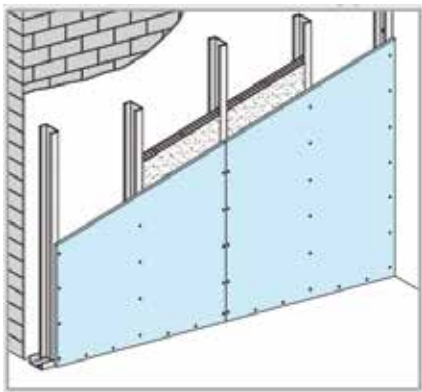


Figura 6.10. Importancia del puente térmico. Fuente: Knauf

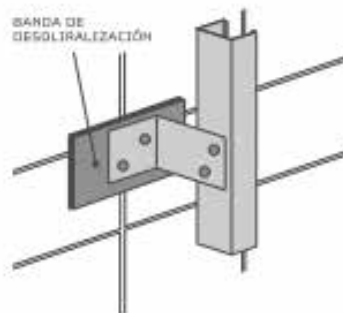


En el ejemplo anterior (Fig. 6.10) la mejora en la temperatura superficial en la unión entre fachada y forjado es ligeramente mejor alrededor de $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, pero el puente térmico lineal prácticamente es el mismo incluso ligeramente superior de $\Psi=0,64$ a $\Psi=0,65$. Puede ocurrir que dependiendo de la solución adoptada, el puente térmico lineal no mejore significativamente, aunque la transmitancia global del cerramiento, incluido los puentes térmicos, sí mejore. Por este motivo es imprescindible controlar estos puntos para evitar condensaciones a pesar de que hayamos mejorado el aislamiento del cerramiento. Como se ha mencionado anteriormente, en el caso de una rehabilitación por el exterior, los puentes térmicos quedan resueltos.

Otro puente térmico a considerar, es el que puede llegar a tener la propia solución constructiva cuando se rehabilita la envolvente. Es el caso del trasdosado autoportante por el interior de la fachada (Fig. 6.11), en el que de forma habitual (dependiendo de la altura) se colocan unos anclajes o uniones para rigidizar la estructura.



Trasdosado autoprotante Knauf W62.es



Unión de montante con muro mediante banda acústica

Figura 6.11. Sistema de rehabilitación por el interior. **Fuente:** Knauf

Si estos puntos de anclaje no están bien resueltos, por muy insignificantes que sean, pueden provocar un flujo de calor mayor, llegando a penalizar la transmitancia del conjunto de la fachada. Además, estas uniones influyen directamente con la eficacia acústica del sistema, cuanto más uniones rígidas incorporemos, mayor es la transmisión acústica a través de la solución.

Este tipo de detalle se puede dar en multitud de sistemas, pudiéndose trasladar a las fachadas ventiladas o estancas (Fig. 6.12) y a los SATE (Fig. 6.13).

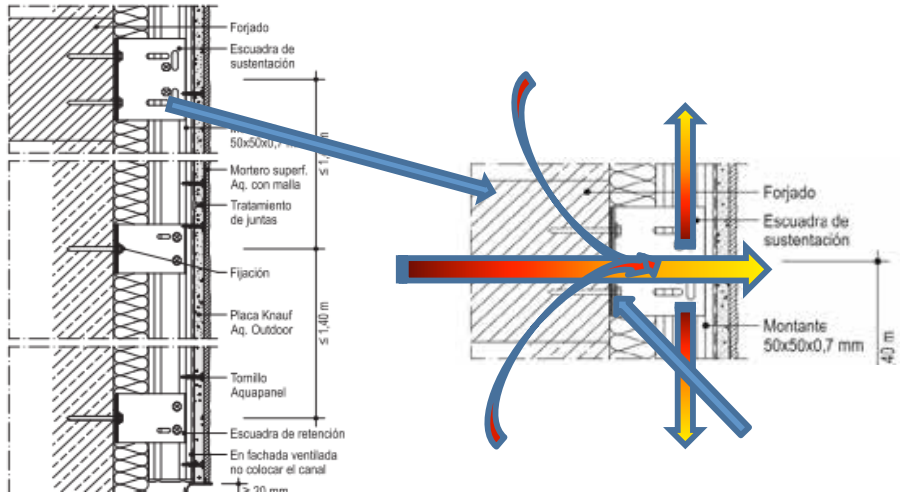


Figura 6.12. Sistema de rehabilitación de fachada mediante sistema Knauf Aquapanel WL121C.es (fachada no ventilada). **Fuente:** Knauf.

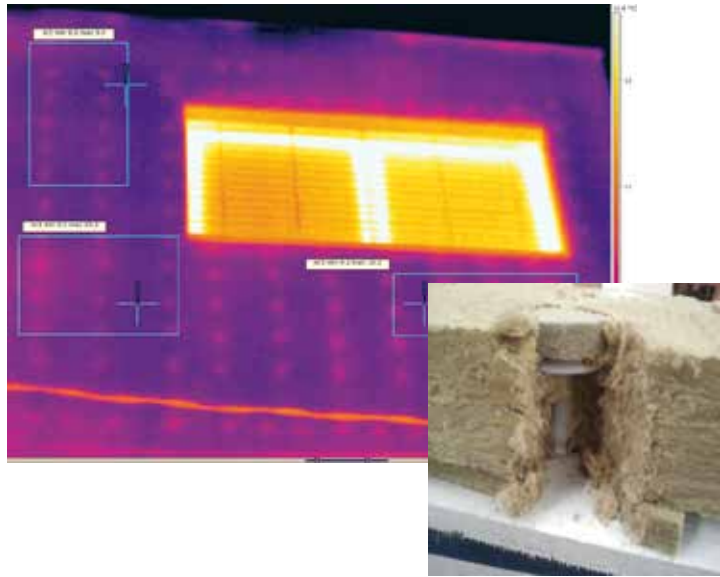


Figura 6.13. Termografía sistema SATE con sus anclajes y sistema de anclaje con recubrimiento de aislamiento. **Fuente:** Knauf.

La Fig. 6.13 muestra un sistema de fijación del aislamiento con anclaje embebido en la lana mineral para minimizar los puentes térmicos.



La continuidad del aislamiento, también juega un papel importante en las diferentes soluciones constructivas, siendo más eficaces aquellas en que el aislamiento sea continuo, es el caso de los sistemas de trasdosados con aislamiento por detrás de los perfiles, sistemas de trasdosados directos, en rehabilitación por el interior, y por el exterior, sistemas SATE con aislamiento directo sobre fachada, o bien fachadas ventiladas o estancas donde el aislamiento también es continuo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CTE DB HE: Ahorro de energía. HE1 Limitación de demanda energética.
- CTE DB HS: Salubridad. HS1 Protección frente a la humedad.
- Catálogo de elementos constructivos del CTE.
- UNE EN 23727 Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción.
- Comportamiento energético de una fachada ventilada. Área térmica Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.
- Catálogo técnico Knauf.
- Libro blanco Knauf.

7 AISLAMIENTO TÉRMICO EN EL ACRISTALAMIENTO



7.1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de este capítulo se va a hablar del ahorro energético de la envolvente del edificio para tratar de explicar cómo reducir el gasto de energía en los sistemas de acristalamientos.

En el caso de los acristalamientos hay que considerar además los aportes energéticos por radiación que atraviesan el acristalamiento tanto en invierno como en verano y cómo influyen las distintas soluciones en la luz que se cede hacia el interior, teniendo incidencia en el ahorro energético por iluminación y por las consecuencias de la radiación solar incidente.

El sector terciario en general, y los edificios de oficinas en particular, presenta una tipología de fachada con grandes superficies acristaladas bien por su propio diseño arquitectónico, bien por las necesidades de aporte de luz natural al interior con el consiguiente ahorro en energía eléctrica de iluminación.

Por otra parte debido a la ocupación y al uso de esta tipología de edificios, las cargas internas suponen un elevado aporte energético que condiciona la gestión energética del mismo tanto en régimen de invierno como en régimen de verano. En el primero las cargas energética pueden contribuir positivamente siempre que los niveles de aislamiento sean los correctos y en el segundo caso el control de los aportes solares a través de los huecos acristalados se convierte en elemento fundamental de la eficiencia energética del edificio.

Teniendo en cuenta todo ellos y considerando un mínimo análisis de la envolvente del edificio puede concluirse que el hueco acristalado juega un papel fundamental en el comportamiento energético de este tipo de edificios.

Más aún si consideramos que por sus características térmicas puede ser considerado como uno de los puntos más débiles de la envolvente del edifi-



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

cio desde el punto de vista del aislamiento térmico. Su importancia adquiere mayor peso en tanto en cuanto la superficie acristalada sea mayor.

Dos son los parámetros que definen el comportamiento térmico del acristalamiento y que deben ser considerados a la hora de evaluar el cerramiento acristalado. Por un lado encontramos la transmitancia térmica o valor U que nos reflejará las pérdidas energéticas que se producen a través de la acristalamiento por diferencia de temperatura a ambos lados del mismo y por otra parte encontramos el factor solar que servirá como indicador de los aportes solares posibles que atraviesan el acristalamiento aportando energía calorífica tanto en régimen de invierno como en régimen de verano.

Los consumos de energía de calefacción y aire acondicionado pueden reducirse sensiblemente con la elección adecuada de un acristalamiento que aporte un adecuado control solar y un aislamiento térmico acorde con las exigencias climáticas del entorno en el cual se ubica el edificio.

Una mejora en el acristalamiento, a la vez que permite reducir el consumo de energía puede incrementar el confort en aspectos tan diferentes como la acústica, la seguridad y la gestión de la luminosidad y el deslumbramiento. Todo ello contribuye activamente a la protección del medio ambiente al mismo tiempo que otorga un mayor valor al inmueble.

Los vidrios actuales ofrecen distintos grados de aislamiento térmico que pueden combinarse con diferentes niveles de control solar, siempre manteniendo las necesarias prestaciones de seguridad de uso, aislamiento acústico y diferentes estéticas. El hecho de que estos vidrios puedan integrarse en un doble acristalamiento SGG CLIMALIT, ofrece un sin fin de combinaciones que dan respuesta a las diversas exigencias que hoy se le plantean al acristalamiento en este tipo de edificaciones.

Una mejora del acristalamiento, tanto en edificios nuevos como en rehabilitación, no puede verse como un gasto inútil sino como una inversión en confort, ahorro, tranquilidad, medio ambiente que incrementa el valor del inmueble a la vez que reduce sus costes de funcionamiento.

Para poder escoger el acristalamiento más adecuado es necesario realizar un análisis de los aportes solares, la climatología de la zona, las orientaciones de los huecos y las dimensiones de los mismos. En función de estos y otros parámetros generales del edificio, se considerarán las demandas de calefacción y refrigeración que posee el caso estudiado pudiendo definir las características de los acristalamientos más eficaces.



7.2. ACRISTALAMIENTOS CON AISLAMIENTO TÉRMICO REFORZADO

En general los huecos acristalados de toda edificación son los puntos más críticos en cuanto al aislamiento térmico. Por ellos se pierde gran parte del calor aportado por la calefacción disminuyendo el confort o haciendo necesario un mayor consumo de energía. El aislamiento aportado por la envolvente en edificios de alta carga interna es importante tanto en invierno, por pérdida de calor de calefacción hacia el exterior, como en verano, cuando las condiciones exteriores suponen temperaturas varios grados por encima de la temperatura de confort a la que se encuentra el interior. Normalmente, todos los edificios de oficinas cuentan con sistemas de climatización que permiten mantener temperaturas en torno a los 22-25 °C mientras que en el exterior pueden registrarse temperaturas superiores a los 35 °C. Este diferencial de temperatura hace que en régimen de verano el flujo de calor se produzca hacia el interior del edificio, aportando un mayor recalentamiento, en contra de las condiciones de confort. Para eliminar esta sobrecarga será necesario mayor gasto energético de refrigeración.

Por ello cuando se estudia el aislamiento térmico de la envolvente de una oficina, uno de los primeros aspectos a analizar es el cerramiento de los huecos y su acristalamiento.

La capacidad aislante del vidrio como material es más bien reducida y no se ve mejorada por el aumento de espesor. Esto unido a las grandes superficies acristaladas de este tipo de edificios hace que hoy no sea posible el uso de acristalamientos monolíticos o bien visto en sentido contrario, la utilización de acristalamientos cada vez de mayores prestaciones aislante ha permitido la apertura de mayores huecos.

La evolución de los acristalamientos como elementos aislantes ha llevado al desarrollo de los dobles acristalamientos tradicionales como SGG CLIMALIT que ofrecen hasta el doble de capacidad aislante.

La mejora de aislamiento se produce por la incorporación entre dos vidrios de un material de alta capacidad aislante como es el aire seco, reduciendo al máximo la transmisión por conducción que se produce a través de un vidrio monolítico.

Evidentemente la incorporación de más cámaras, es decir más capas de aire como material aislante, mejora en algo el aislamiento ofrecido. Así pueden obtenerse triples y cuádruples acristalamientos que presentan un gran aumento de espesor y peso para ofrecer una ganancia mínima de aislamiento térmico. También puede plantearse el uso de algún gas más aislante que el aire en el interior de la cámara estanca, pero esta solución debe ser



compatible económicamente para su uso en el sector de la edificación. Encontramos así que el gas Argón ofrece una menor conductividad y es viable económicamente. Sin embargo la mejora que produce es reducida por lo que su uso en un doble acristalamiento tradicional no está justificado ya que hoy en día existen soluciones mucho más eficaces como son los vidrios bajo emisivos o de baja emisividad, también denominados de Aislamiento Térmico Reforzado (ATR).

Los dobles acristalamientos dotados de vidrios de aislamiento térmico reforzado como SGG PLANITHERM y SGG PLANISTAR permiten reducir más de la mitad las pérdidas energéticas a través de un doble acristalamiento tradicional a la vez que permiten dotar al cerramiento de un factor solar más o menos reducido en función del producto empleado. Por otra parte, como se verá en el apartado correspondiente al factor solar, algunos vidrios de control solar también están dotados de propiedades de baja emisividad que permiten alcanzar elevados niveles de aislamiento.

7.2.1. Funcionamiento de vidrios de Aislamiento Térmico Reforzado

Un acristalamiento Aislante Térmico Reforzado está constituido por un vidrio de baja emisividad que por sus propiedades espectrofotométricas refuerza la capacidad aislante reduciendo la transmisión de energía por radiación. Los vidrios de baja emisividad están dotados de una capa metálica invisible, de unas decenas de nanómetros, que refleja hacia el interior parte de la energía de onda larga (calefacción) incidente disminuyendo la absorción del propio vidrio y, por tanto, la energía que emite hacia el exterior.

Si con la incorporación de una cámara de aire, o gas, se reduce fuertemente la transmisión energética por conducción y la convección puede ser limitada por el espesor de la cámara de aire, la mayor vía de transmisión que se produce en un doble acristalamiento tradicional es la radiación. Actuando sobre las propiedades de emisión y reflexión del acristalamiento puede reducirse sensiblemente la transmisión de energía por esta vía. Así los dobles acristalamientos dotados de este tipo de vidrios permiten alcanzar prestaciones de aislamiento que duplican los de un doble acristalamiento tradicional. La incorporación de este tipo de vidrios en triples acristalamientos permite dotar a los mismos de unas propiedades de aislamiento incluso superiores a las de un muro opaco.

Los vidrios bajo emisivos suelen colocarse como vidrios interiores permitiendo así que el vidrio exterior del doble acristalamiento o Unidad de Vidrio Aislante (UVA) pueda ofrecer propiedades de control solar. Cuando el mismo vidrio ofrece también prestaciones de control solar entonces se sitúa como vidrio exterior a fin de optimizar su comportamiento en las distintas épocas del año.

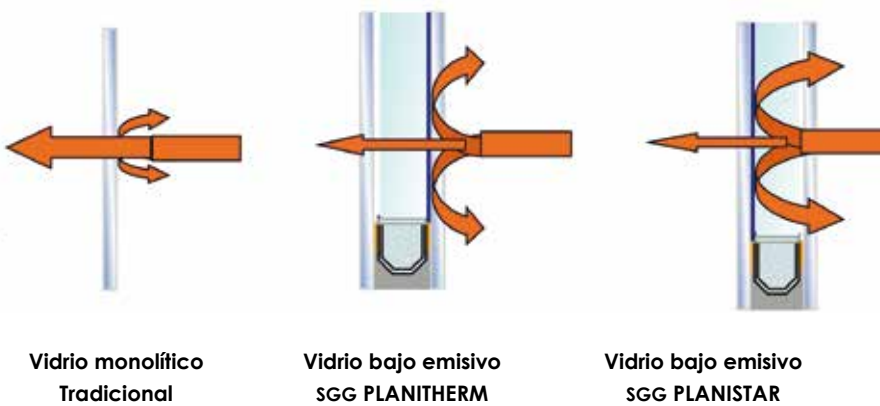


Figura 7.1. Pérdidas a través de un vidrio sencillo y a través de un vidrio de capa de Aislamiento Térmico reforzado (ATR).

Fuente: Fondo fotográfico SGG CLIMALIT PLUS

El aumento de aislamiento en el acristalamiento con vidrios ATR se traduce en un mayor confort, reduciendo el efecto de pared fría o de pared radiante, en la reducción de los costes de energía para mantener un ambiente agradable y consecuentemente en una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero asociados.

7.2.2. Valor U de un acristalamiento

El valor U o transmitancia térmica es el coeficiente de transmisión térmica del acristalamiento. Expresado en $W/m^2 K$, representa la cantidad de energía o calor que atraviesa un metro cuadrado del acristalamiento en la unidad de tiempo en unas condiciones de temperaturas interior y exterior definidas (UNE EN 673), si bien en el rango de temperaturas climatológicas normales puede considerarse constante. Es decir, el coeficiente U es una medida del nivel de aislamiento que ofrece un acristalamiento. Cuanto menor sea el valor U del acristalamiento mayor es el aislamiento térmico que ofrece.



















Al aumentar el aislamiento térmico se consigue:

- Mayor nivel de confort.
- Reducción del efecto de pared fría en las proximidades del acristalamiento.
- Reducción del riesgo de aparición de condensaciones interiores.
- Reducción del coste de calefacción para alcanzar la misma temperatura.
- Contribuye a la protección del medio ambiente.



Por ejemplo, si asignamos el valor 100 a la energía de calefacción que se puede escapar a través de un vidrio monolítico tradicional ($U = 5,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$), podemos comprobar en la tabla las reducciones que se producen al mejorar el acristalamiento.

Tabla 7.1. Tipos de vidrios y su clasificación en función de su transmitancia.

Acristalamiento	U ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$)	Pérdida de energía a través del acristalamiento respecto a un vidrio monolítico de 4 mm	Reducción de pérdidas de energía a través del acristalamiento respecto a un vidrio monolítico de 4 mm
Vidrios ITR: capa en cara 2			
Monolítico 4 mm	5.8	100 	0 
SGG CLIMALIT 4/6/4	3.3	57 	43 
SGG CLIMALIT 4/12/4	2.9	50 	50 
SGG CLIMALIT PLUS con SGG PLANITHERM XN 4/6/4	2.5	43 	57 
SGG CLIMALIT PLUS con SGG PLANITHERM XN 4/12/4	1.6	28 	72 
SGG CLIMALIT PLUS con SGG PLANISTAR 4/16/4	1.3	22 	78 
SGG CLIMALIT PLUS con SGG PLANISTAR 4/12 Argón 90%/4	1.2	21 	79 
SGG CLIMALIT PLUS con SGG PLANISTAR 4/16 Argón 90%/4	1.1	19 	81 
SGG CLIMALIT TOP SGG PLANISTAR4 / 16Ar 90 % / 4 / Ar90 % / 4 SGG PLANITHERM XN	0.5	9 	91 

Fuente: SGG CLIMALIT

Es decir con un doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS con SGG PLANISTAR 4/16Ar 90 % / 4 sólo se pierden 19 unidades de energía por cada 100 que se escaparían a través de un vidrio tradicional de 4 mm. Las pérdidas de energía



a través del vidrio se reducen en el 81 %. Con un triple acristalamiento sgg CLIMALIT TOP puede alcanzarse un nivel de transmitancia térmica $U = 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$, inferior a la que ofrece un muro opaco con casi 10 veces más de espesor.

El valor de la transmitancia térmica U ($\text{W/m}^2\text{K}$) depende entre otros factores de la emisividad del acristalamiento y del espesor de la cámara que separa ambos vidrios. La emisividad normal de un vidrio sin ningún tipo de tratamiento superficial se sitúa en un valor $e = 0,89$ mientras que los vidrios existentes actualmente bajo la denominación de vidrios bajo emisivos o de Aislamiento Térmico Reforzado ofrecen emisividades inferiores a $e = 0,05$.

No existe hoy en día ninguna norma o convención que permita clasificar un vidrio como bajo emisivo a partir de un valor acordado de su emisividad. En nuestra reglamentación, la única referencia que a tal efecto puede encontrarse es el listado de características de los acristalamientos que realiza el Catalogo de Elementos Constructivos desarrollado por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja – CSIC, en el que se establece una tabla que diferencia los acristalamientos bajo emisivos en tres grupos:

- Con emisividades entre 0,2 y 0,10.
- Con emisividades entre 0,10 y 0,03.
- Con emisividad inferior a 0,03.

Dicho lo anterior, en realidad cualquier vidrio que ofrezca una emisividad inferior a 0,89 puede ser catalogado como vidrio bajo emisivo. Por ello es importante, cuando se hace esta referencia, fijar el valor de emisividad “e” al que se refiere el acristalamiento considerado o bien definirlo por su valor de transmitancia térmica.

En la Fig. 7.2 puede observarse cómo evoluciona este valor, en un doble acristalamiento con cámara de aire, para un valor fijo de cámara en función de la emisividad de uno de los vidrios.

Igualmente el mismo gráfico presenta la variación del valor U ($\text{W/m}^2\text{K}$) que se produce para un doble acristalamiento dotado de un vidrio de baja emisividad (valor fijo de e) si varía el espesor de la cámara de aire que separa ambos vidrios.

Actualmente existen vidrios de Aislamiento Térmico Reforzado como algunos de los pertenecientes a la familia sgg PLANITHERM / sgg PLANISTAR ONE y otros de las familias sgg COOL-LITE SKN / sgg COOL-LITE XTREME cuya emisividad normal se sitúa en valores de $e = 0,010$ lo que permite alcanzar valores de $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ con cámaras de 16 mm y aire. Este valor se reduce hasta $U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ si se considera la cámara rellena de gas argón al 90 %.

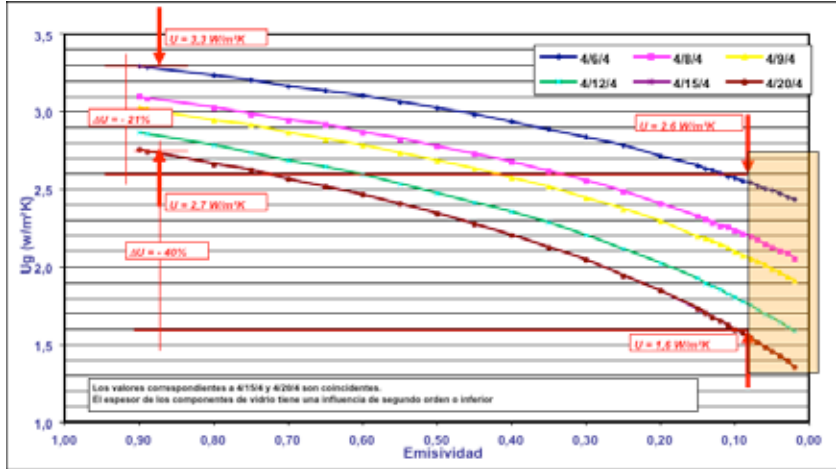


Figura 7.2. Evolución de U (W/m²K) en función de e y espesor de cámara de aire.

Fuente: SGG CLIMALIT.

La transmitancia térmica como ha quedado dicho anteriormente, depende también de la conductividad del gas que rellena la cámara. En las gráficas siguientes puede observarse la variación del valor U en función de la cámara para un doble acristalamiento tradicional y para un doble acristalamiento de Aislamiento Térmico Reforzado con aire en la cámara y con gas argón al 90 %. Igualmente se presenta la reducción de valor U alcanzada por un triple acristalamiento en diferentes configuraciones.

Como puede observarse, un triple acristalamiento constituido únicamente por tres vidrios separados por dos cámaras de aire no reduce su transmitancia por debajo de $U = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, quedando por encima del valor ofrecido por un doble acristalamiento bajo emisivo con cámara de 16 mm con $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ o bien, si se considera la cámara rellena de gas argón 90 %, $U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

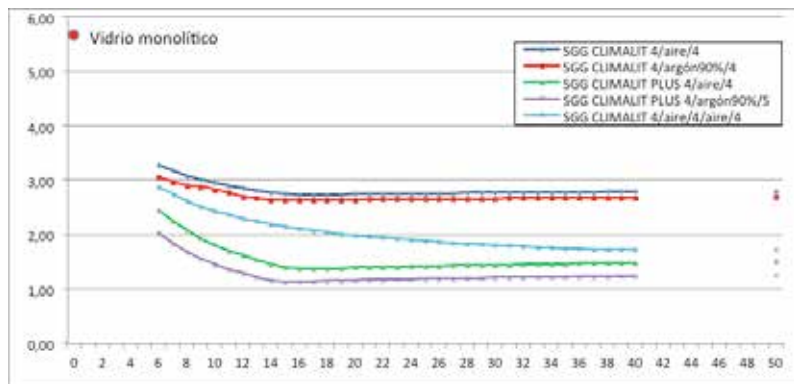


Figura 7.3. Valor de U (W/m²K) en función del espesor de cámara (mm).

Fuente: SGG CLIMALIT.

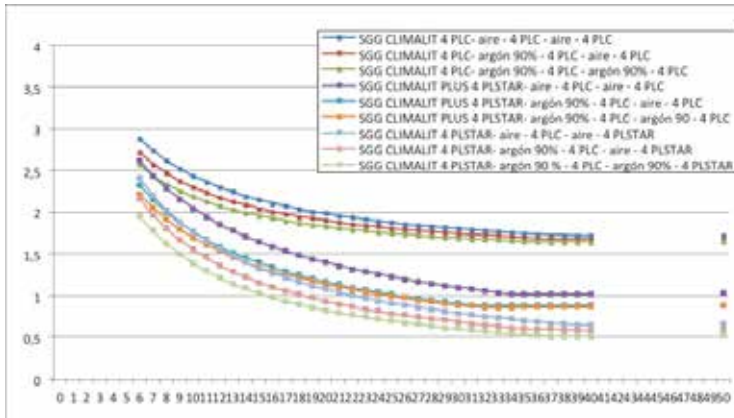


Figura 7.4. Valor de U (W/m^2K) en función del espesor de cámara (mm) para triples acristalamientos. **Fuente:** SGG CLIMALIT.

Con triples acristalamientos dotados de vidrios bajo emisivos pueden alcanzarse valores de $U = 0,5 W/m^2K$ cuando se incorpora gas argón en su cámara, ofreciendo así un gran aislamiento para las fachadas muy acristaladas como suele ser habitual en este tipo de edificios.

7.3. ACRISTALAMIENTOS CON CONTROL SOLAR

Las grandes fachadas acristaladas suponen una superficie de captación de la radiación solar que en ocasiones puede comprometer la eficiencia energética del edificio más de lo que a priori pudiera parecer. El tratamiento adecuado de los acristalamientos en térmicos de factor solar puede ser determinante en este aspecto permitiendo el paso de luz pero no de calor procedente del sol. En invierno el aporte de este calor puede presentarse como algo positivo que reduzca la demanda de calefacción pero es necesario estudiar detalladamente el régimen en verano y lo que los aportes solares suponen de aumento en la demanda de refrigeración.



Figura 7.5. Fachada acristalada con vidrio de control solar reflectante. **Fuente:** Propiedad del autor.



La fachada acristalada es, sin duda, una solución constructiva que ha ido desarrollándose en las últimas décadas hasta alcanzar hoy en día una amplia presencia en la arquitectura actual, fundamentalmente en el sector terciario. Independientemente de la tipología considerada, las grandes superficies en las que el vidrio es el elemento fundamental, están cada vez más presentes en los grandes edificios. Oficinas, despachos, hoteles, centros comerciales, hospitales y un sinnúmero de edificios de diferentes usos contemplan, en todo o en parte de sus fachadas y cubiertas, grandes superficies acristaladas.

Por otra parte, es otra realidad que la eficiencia energética de los edificios cobra cada vez más importancia tanto por los requisitos reglamentarios, cada vez más exigentes, como por la responsabilidad de todos los agentes intervinientes en el proceso edificatorio en relación al respeto y conservación del medio ambiente. No podemos olvidar que cualquier edificio de nueva construcción, así como aquellos que sean vendidos o alquilados, deben disponer del Certificado Energético del Edificio que se constituye de alguna forma en la tarjeta de presentación de su eficiencia energética.

La envolvente del edificio es el componente fundamental que va a determinar las condiciones interiores y, en consecuencia, la demanda de energía para climatización, tanto en calefacción como en refrigeración. No debemos olvidar que gran parte de los edificios que poseen fachadas acristaladas son edificios



de alta carga interna. Esto implica la consideración de que no sólo las características de aislamiento en términos de diferencia de temperaturas (transmitancia térmica, valor U) sea importante, sino que los aportes energéticos debidos a la insolación recibida (factor solar) deban ser considerados como aspecto prioritario a considerar.

Figura 7.6. Parasoles en forma de laminas de vidrio de color en masa. **Fuente:** Propiedad del autor.

En resumen, los edificios de nueva construcción deben cuidar en su diseño los aspectos de la envolvente relacionados con su eficiencia energética. Pero también, los edificios existentes acristalados de hace 20 o 30 años deben plantearse si las soluciones adoptadas entonces han sido ampliamente superadas. La rehabilitación energética de fachadas con acristalamientos de altas prestaciones supone una mejora viable que representa un beneficio, no solo en términos de reducción de emisiones de CO₂, sino también en un ahorro económico ligado a la factura de climatización y en una mejora del confort de los usuarios.



Se estima que en los países del sur europeo el 83 % de los edificios del sector no residencial, y el 15 % del residencial, construidos desde el año 2007 hasta el 2020 están y estarán dotados de aire acondicionado¹. El consumo en acondicionamiento está directamente relacionado con la superficie acristalada y sus propiedades.

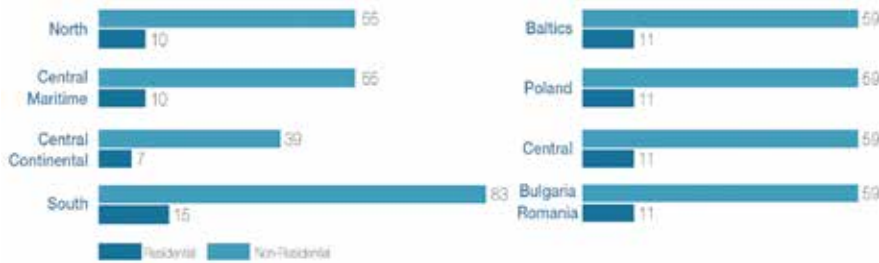


Figura 7.7. Porcentaje de edificios construidos entre 2007-2020 incorporando aire acondicionado. **Fuente:** Glass for Europe.

El control solar no es algo nuevo. Podemos decir, sin temor a equivocarnos, que es un concepto presente en la arquitectura tradicional y puesto en práctica de múltiples formas a lo largo de la historia de la edificación. Es con la incorporación de las grandes superficies acristaladas cuando el control de este parámetro cobra una importancia fundamental.

A diferencia de los materiales opacos, el vidrio y los acristalamientos, permiten el paso de una parte de la radiación solar en las tres partes fundamentales de su espectro: el ultravioleta, la luz o espectro visible, y el infrarrojo o radiación calorífica.

7.3.1. Factor Solar de un acristalamiento

El factor solar "g" es la relación entre la energía total que entra en un local (fracción de energía transmitida + la parte de la energía absorbida por el vidrio que es irradiada al interior) y la energía solar incidente, normalmente expresado en tanto por uno. En consecuencia, cuanto menor sea el factor solar de un acristalamiento menor es la cantidad de energía solar directa que lo atraviesa y mayor el control solar que ofrece.

¹Estudio "Solar Control Glass for Greater Energy Efficiency" – Glass for Europe (www.glassforeurope.com)



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

De forma práctica, puede entenderse que el factor solar es una medida de la energía que puede entrar a través de un vidrio cuando incide sobre él directamente el sol. Dicha energía, en condiciones de recalentamiento, deberá ser evacuada mediante ventilación o mediante aire acondicionado.

Al mejorar el control solar (reducir el factor solar) se consigue:

- Mayor nivel de confort en régimen de verano.
- Reducción del recalentamiento interior.
- Reducción del coste de climatización para alcanzar la misma temperatura.

Todo ello puede alcanzarse sin renunciar a los aportes de luz natural manteniendo el aspecto neutro del acristalamiento.

El control solar ofrecido por un cerramiento acristalado se define por el factor solar modificado del hueco, considerando las sombras arrojadas sobre el acristalamiento. Sin embargo, es el propio acristalamiento como elemento transparente a la radiación calorífica el determinante de las propiedades del hueco referentes a la entrada de luz, color, visibilidad y factor solar. Dicho de otra forma, podemos responsabilizar al acristalamiento de la reducción de entradas de calor evitando así la incorporación de elementos de sombreamiento que dificultan la visión y reducen los aportes de luz natural.

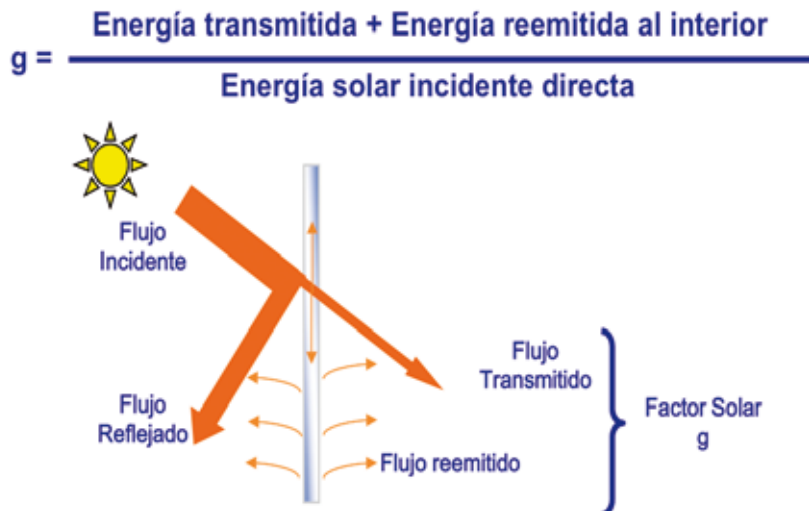


Figura 7.8. Factor solar del acristalamiento. **Fuente:** Saint-Gobain Building Glass.

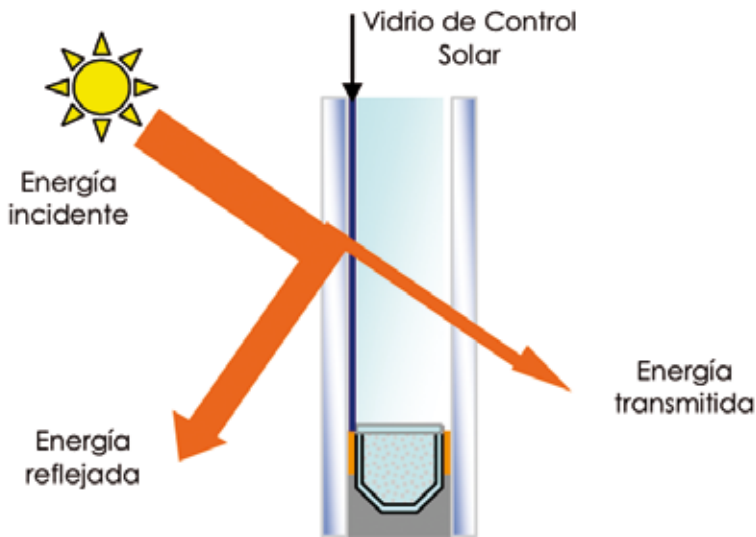


Figura 7.9. Transmisión de energía solar. **Fuente:** Saint-Gobain Building Glass

La transmisión de radiación ultravioleta es fácilmente controlable con la instalación de vidrios laminares que reducen el paso de los rayos UV a menos del 1 %, pero frenar el aporte de calor es algo más complicado. El vidrio permite el paso de un porcentaje de luz en función del color y de la reflexión de la superficie o la presencia de capas, siendo diferente para cada longitud de onda correspondiente al espectro visible. De forma análoga ocurre con el espectro energético. El sol radia energía principalmente en el espectro de infrarrojo entre 780 nm y 2500 nm. El vidrio se comporta de forma permeable frente a estas longitudes de onda, dejando pasar una gran cantidad de calor. Esta transmisión es la denominada Transmisión Energética directa (TE).

Por otra parte, el sol calienta el acristalamiento hasta que alcanza temperatura superior a su ambiente, interno y externo, y a partir de ese momento comienza a reemitir calor. La parte reemitida hacia el interior más la transmisión energética directa constituye el "factor solar" y representa una medida del calor total que penetra a través del acristalamiento.

En geografías de clima templado y cálido como el nuestro, los aportes solares son muy importantes incluso en invierno. La gran cantidad de radiación directa e indirecta que reciben los edificios hace que sea necesaria la climatización durante casi todo el año. La radiación infrarroja, que penetra a través del acristalamiento, es absorbida por paramentos y enseres del interior del edificio calentándolos y aumentando su temperatura. Estos objetos y superficies, una vez alcanzada la temperatura de equilibrio con el ambiente, reemiten el calor a su entorno bajo la forma de infrarrojo lejano, con longitudes de onda superiores



a 2500 nm. El vidrio no es permeable a estas longitudes de onda por lo que el calor se concentra en el interior aumentando la temperatura, lo que se conoce como "efecto invernadero", disminuyendo fuertemente el confort o exigiendo elevados consumos energéticos para su evacuación.

7.3.2. Funcionamiento de un vidrio de Control Solar

En edificios del sector terciario, con elevadas superficies acristaladas, con pocos o ningún hueco practicable que facilite la ventilación y con elevadas cargas internas, se hace indispensable la instalación de vidrios de control solar que disminuyan los aportes caloríficos.

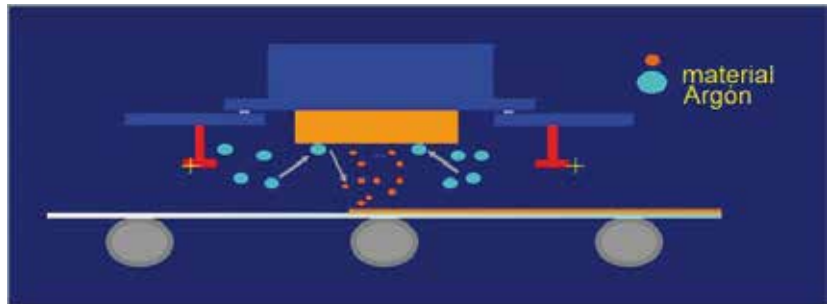


Figura 7.10. Esquema de una línea de capas magnetronica a alto vacio (coater).

Fuente: Saint-Gobain Building Glass



Figura 7.11. Interior de una línea magnetronica. Depósito de la capa sobre el vidrio. Estado de plasma. **Fuente:** Saint-Gobain Building Glass



Los vidrios de capa de control solar se obtienen por deposición de metales, óxidos y otros compuestos que, con espesor de una centena de nanómetros, modifican el comportamiento del vidrio frente a la radiación solar tanto en su espectro infrarrojo como en el visible obteniendo vidrios reflectantes, con color en reflexión o neutros. La alta tecnología aplicada en las líneas de capas magnetrónica a alto vacío (coater), donde se alcanza un estado de plasma, permite obtener productos que disminuyen fuertemente la transmisión energética sin que sean perceptibles al ojo humano y sin que suponga pérdidas de aportes de luz. Son los vidrios de alta selectividad.



Figura 7.12. Protecciones solares exteriores. **Fuente:** Saint-Gobain Building Glass

Evitar los aportes solares prescindiendo de luz o de la visión que tenemos a través del hueco acristalado es relativamente sencillo. Así podemos encontrar soluciones tradicionales como los retranqueos que arrojan sombras, la instalación de voladizos y costillas que sombrean el hueco, la instalación de umbráculos, toldos o las lamas orientables permiten modificar el sombreamiento y la visión en función de la época del año y la hora del día. Todas ellas son soluciones que permiten reducir los aportes solares pero que en mayor o menor grado reducen el aporte de luz y el confort visual además de otros factores como pueden ser la dependencia del usuario y la durabilidad, así como el coste y el mantenimiento adicionales a la propia fachada.

Siempre que la función de control solar pueda residir en el propio acristalamiento se minimizan los aspectos anteriores. En este sentido, el control solar ofrecido por los acristalamientos ha ido evolucionando hasta alcanzar hoy en día elevados niveles de prestaciones basados en productos de alta tecnología.

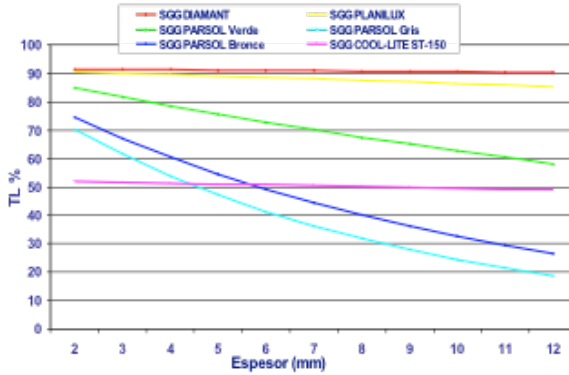


Figura 7.13. Pérdida de transmisión luminosa con el espesor en vidrios de color.

Fuente: SGG CLIMALIT

Si como primer paso sobre el control solar puede apuntarse los retranqueos y los voladizos, dejando aparte las persianas y toldos, puede decirse que los vidrios de color en masa constituyen el primer paso en el uso del acristalamiento como elemento de control solar. Su capacidad de ofrecer una protección solar eficaz es limitada y está acompañada de una pérdida de aporte de luz natural. Su acción se basa en reducir los aportes solares directos al aumentar fuertemente su absorción energética. El acristalamiento absorbe energía y se calienta alcanzando temperaturas superiores a 60°C. El vidrio caliente reemite energía a ambos lados, exterior e interior, disminuyendo el factor solar en la misma proporción que la parte reemitida al exterior. Al instalar el vidrio de color (gris, verde, etc.) como SGG PARASOL formando parte de un doble acristalamiento aumenta el control solar ya que se reduce fuertemente la reemisión hacia el interior por efecto de la cámara aumentando la reemisión hacia el exterior.

Tabla 7.2. Factor solar de los diferentes tipos de vidrios.

VIDRIOS DE COLOR EN MASA	
ACRISTALAMIENTO	FACTOR SOLAR (g)
SGG PLANILUX 6mm	0,84
SGG PARASOL BRONCE 6mm	0,60
SGG PARASOL GRIS 6mm	0,57
SGG PARASOL VERDE 6mm	0,55
SGG CLIMALIT PLANILUX 6/12/6	0,75
SGG CLIMALIT PARASOL BRONCE 6/12/6	0,49
SGG CLIMALIT PARASOL GRIS 6/12/6	0,46
SGG CLIMALIT PARASOL VERDE 6/12/6	0,45

Fuente: SGG CLIMALIT.



Los vidrios de color en masa también han sido utilizados como parasoles en forma de lamas o costillas aprovechando el freno que suponen a la radiación solar directa, a que su transparencia permite la visión a través y que tiene un cierto aporte de luz, la cual resulta matizada por el color del acristalamiento.

Figura 7.14. Lamas de vidrio grises.
Fuente: Propiedad del autor.

El segundo escalón en el control solar se alcanza con los vidrios de capa reflectantes. En este caso, lo que se produce es un aumento de la reflexión de la energía y con ello se reduce la transmisión energética directa y, por tanto, el factor solar. Los vidrios de control solar de capa reflectantes son aquellos en los que la capa de óxidos y metales depositada sobre el vidrio interfiere con la radiación solar en el espectro energético del infrarrojo rechazando parte de la energía incidente. Además, se produce mayor reflexión en el espectro visible. Las consecuencias inmediatas son una mayor reflexión luminosa exterior, menor entrada de luz y menor transmisión energética al interior. Con esta tecnología se obtienen acristalamientos de factores solares muy bajos si bien la disminución de transmisión luminosa al interior puede ser importante.

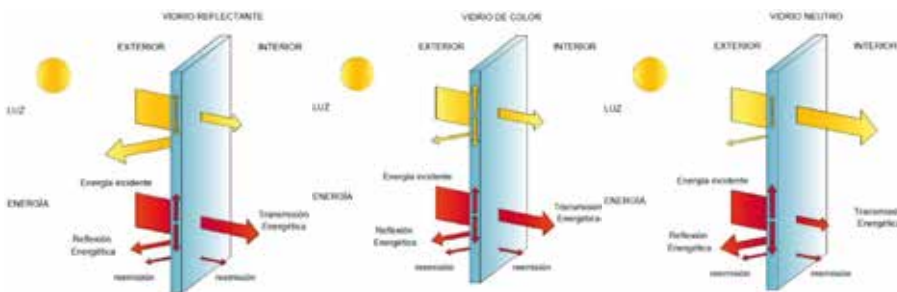


Figura 7.15. Comportamiento de un vidrio reflectante, de un vidrio de color en masa y de un vidrio neutro. (De izquierda a derecha).

Fuente: Saint-Gobain Building Glass.



Los vidrios de capa de control solar pueden aplicarse sobre vidrios de color obteniendo así diferentes estéticas reflectantes como SGG COOL-LITE ST 408, 420 y 436 de color verde, o los SGG COOL-LITE ST 320, 336 sobre vidrio gris. En estos casos se suman los efectos de la capa reflectante con los conseguidos con el vidrio de color en masa. Otra posibilidad para obtener color en reflexión es la modificación del espectro visible reflejado por la capa aplicada de forma que refleje longitudes de onda correspondientes a un color, por ejemplo azul. Desde el exterior el vidrio parecerá reflectante azul aunque se trate de un vidrio incoloro. Esta solución conlleva una menor absorción de energía por parte del vidrio sustrato pero permite mayores aportes de luz y una iluminación más neutra y natural que cuando se utilizan vidrios de color.

Las fachadas acristaladas han utilizado durante décadas estas soluciones y continúan instalándose proporcionando a los edificios un aspecto luminoso, espejado, de diferentes colores y tonalidades. En condiciones de luz natural a lo largo del día el interior del edificio no es visible desde la calle mientras que el exterior puede observarse tras el vidrio sin ninguna restricción. La menor transmisión luminosa de estos acristalamientos se ve compensada sobradamente por las grandes dimensiones de las superficies acristaladas y su contribución a la iluminación interior. Sólo en determinadas condiciones de oscuridad exterior se hace visible el interior del edificio cuando éste está iluminado.



Figura 7.16. Vidrio de control solar reflectante. **Fuente:** Propiedad del autor.

**Tabla 7.3.** Factor solar de los diferentes tipos de vidrios reflectantes.

VIDRIOS DE CAPA REFLECTANTE		
ACRISTALAMIENTO	FACTOR SOLAR (g)	T.L. (%)
SGG COOL - LITE ST 150 6mm	0,55	51
SGG COOL - LITE STB 436 6mm	0,33	29
SGG COOL - LITE ST 120 6mm	0,29	20
SGG COOL - LITE ST 420 6mm	0,27	18
SGG COOL - LITE ST 408 6mm	0,15	7
SGG CLIMALIT PLUS COOL - LITE ST 150 6/12/6	0,46	46
SGG CLIMALIT PLUS COOL - LITE STB 436 6/12/6	0,23	27
SGG CLIMALIT PLUS COOL - LITE ST 120 6/12/6	0,21	18
SGG CLIMALIT PLUS COOL - LITE ST 420 6/12/6	0,17	15
SGG CLIMALIT PLUS COOL - LITE ST 408 6/12/6	0,09	6

Fuente: SGG CLIMALIT.

En busca de mayor eficiencia energética y mayores aportes luminosos así como para ofrecer estéticas más neutras y no tan espejadas, Saint-Gobain Glass desarrolló los vidrios de control solar de aspecto neutro. Se trata de vidrios de capa que tienen poca interferencia con las longitudes de onda correspondientes al espectro visible, es decir poca modificación de la luz, y sin embargo reflejan una gran cantidad del calor recibido del sol. Se consiguen así acristalamientos de aspecto neutro, transparentes, con una ligera tonalidad que en ocasiones es imperceptible. Normalmente este tipo de vidrios de capa incorporan plata en sus composiciones lo que les confiere prestaciones de aislamiento térmico reforzado (baja emisividad) que reducen su transmitancia térmica hasta valores de 1.2 -1.0 W/m² K (en composición 6/16 Ar 90 %/6). Entre estos vidrios de capa de control solar neutra se pueden clasificar los SGG COOL-LITE KNT 140, 155 y 164 que ofrecen distintos niveles de control solar y trasmisión luminosa.

Tabla 7.4. Factor solar de los diferentes tipos de vidrios neutros.

VIDRIOS NEUTROS DE CONTROL SOLAR		
ACRISTALAMIENTO	FACTOR SOLAR (g)	T.L. (%)
SGG CLIMALIT PLUS COOL - LITE KNT 164 6/12/6	0,46	57
SGG CLIMALIT PLUS COOL - LITE KNT 155 6/12/6	0,37	47
SGG CLIMALIT PLUS COOL - LITE KNT 140 6/12/6	0,28	37

Fuente: SGG CLIMALIT.



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

Los acristalamientos neutros de control solar pueden considerarse como primer nivel de vidrios selectivos. Es decir aquellos que seleccionan las radiaciones que dejan pasar, frenando las radiaciones energéticas y permitiendo el paso de la luz. En este caso los acristalamientos permiten ver con bastante facilidad el interior del edificio. Estamos ante acristalamientos similares a los utilizados en las ventanas que permiten grandes aportes de luz natural pero que reducen los aportes solares hasta el 28 % del calor incidente por radiación solar impidiendo que el 72 % penetre en el edificio. Esta fuerte reducción del factor solar hace que el efecto invernadero se minimice sin tener que recurrir a vidrios espejados u oscuros.



Figura 7.17. Vidrio de control solar neutro. **Fuente:** Saint-Gobain Building Glass.

Como en el caso anterior y si la estética del edificio lo requiere, estas capas pueden aplicarse sobre vidrios de color. En este caso se obtienen fachadas de aspecto similar a las de vidrio de color en masa pero sus prestaciones se ven fuertemente reforzadas tanto en control solar como en el aislamiento ofrecido en términos de transmitancia térmica.

Por último, en cuanto a vidrios de capa de control solar nos encontramos con los vidrios de alta selectividad. Se trata de la última generación de capas conocidas también por multi-capas de plata (triple capa de plata). El desarrollo de apilamientos de gran complejidad de óxidos y metales permite alcanzar capas de control solar extra neutras con bajísimos valores de factor solar a la vez de altas transmisiones luminosas. Es decir, la selectividad ofrecida por estos acristalamientos está muy cercana al límite físico de la misma. Estamos ante vidrios que por su extrema neutralidad solo se aplican sobre vidrios incoloros o sobre extraclaros como SGG DIAMANT a fin de conseguir acristalamientos de altísimas



prestaciones y aspectos totalmente neutros o supernaturales. Los vidrios de capas como SGG COOL-LITE SKN 154, 165 o 174 son difícilmente perceptibles al ojo humano y en muchos casos se requiere detectores específicos para verificar su presencia sobre el vidrio.

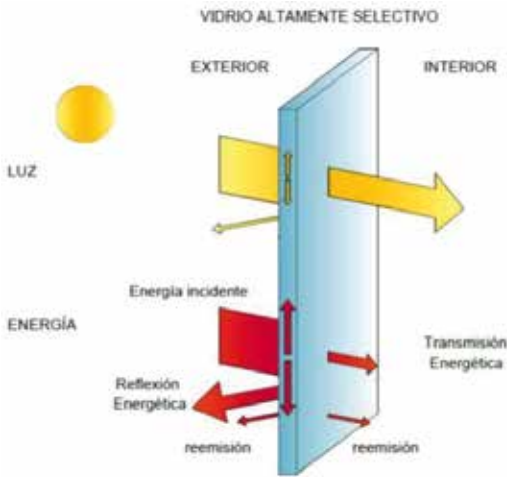


Figura 7.18. Comportamiento de un vidrio de alta selectividad.

Fuente: Saint-Gobain Building Glass.

Con estos productos pueden alcanzarse transmisiones luminosas del 68 % una vez ensamblado en doble acristalamiento 6/12/6 a la vez que el factor solar se reduce al 41 %. El caso de mayor selectividad nos lo ofrece el producto denominado SGG COOL-LITE XTREME que proporciona un factor solar de 28 % con una transmisión luminosa del 60 %, es decir una selectividad del 2,14 rozando el límite físico de transmisión luminosa con dicho valor de factor solar.

Tabla 7.5. Factor solar de los diferentes tipos de vidrios de alta selectividad.

VIDRIOS DE ALTA SELECTIVIDAD		
ACRISTALAMIENTO	FACTOR SOLAR (g)	T.L. (%)
SGG CLIMALIT PLUS COOL - LITE SKN 174 6/12/6	0,41	68
SGG CLIMALIT PLUS COOL - LITE SKN 165 6/12/6	0,34	60
SGG CLIMALIT PLUS COOL - LITE SKN 154 6/12/6	0,28	50
SGG CLIMALIT PLUS COOL - LITE XTREME 6/12/6	0,29	60

Fuente: SGG CLIMALIT.



Figura 7.19. Vidrio de alta selectividad. **Fuente:** Saint-Gobain Building Glass.

Todas estas tipologías de vidrios de control solar pueden combinarse como ha quedado expuesto más arriba y pueden formar parte de múltiples soluciones constructivas que, en definitiva, serán las determinantes del comportamiento energético de la fachada y del edificio en su conjunto. Dobles pieles, costillas, lamas de vidrio o apantallamientos en vidrio, así como el uso de serigrafías sobre el acristalamiento son soluciones que permiten alcanzar comportamientos de alta eficiencia energética de la envolvente acristalada sin renunciar a la estética de una superficie de vidrio.

Se han realizado distintos estudios sobre el impacto que el uso generalizado de los vidrios de control solar puede representar en el conjunto de Europa. Según el documento publicado por "Glass for Europe" bajo el título Solar Control Glass –Graters Energy Efficiency, en un escenario en el que todo edificio construido hasta 2020 incorporase uso de vidrios de control solar y los edificios existentes reemplazasen sus acristalamientos por otros con estas prestaciones se podrían reducir, en Europa, 20.480 TJ/año en calefacción y 208.025 TJ/año en refrigeración, lo que equivale a una reducción de 16.552 kt de CO₂ anuales. Si consideramos la evolución de los niveles de confort de forma similar a los Estados Unidos donde el 65 % del sector residencial y el 80 % del no residencial disponen de aire acondicionado, estos ahorros se disparan alcanzando valores de 169.249 TJ/año en calefacción y 1.001.536 TJ/año en refrigeración con una reducción de emisiones de 86.040 kt CO₂/año.



Tabla 7.6: Ahorros de energía y emisiones de CO₂ por uso de vidrios de control solar en Europa.

SCENARIO	ENERGY SAVINGS FOR HEATING IN 2020 [TJ]	ENERGY SAVINGS FOR COOLING IN 2020 [TJ]	CO ₂ REDUCTION IN 2020 [kt]	CONTRIBUTION TO EU TARGET FOR CO ₂ REDUCTION FOR BUILDINGS IN 2020
1	-3,333	69,990	4,583	1,5 %
2	3,333	107,919	6,831	2,3 %
3	20,484	208,025	16,552	5,5 %
4	169,249	1.001,536	86,040	28,7 %

Fuente: Glass for Europe

Trasladando estos mismos escenarios a España encontraríamos ahorros de 46.236 TJ/año en calefacción y refrigeración, equivalentes a una reducción de 2.712 kt de CO₂ anuales. En el caso de una generalización del aire acondicionado los niveles de ahorro alcanzados serían de 19.946 TJ/año en calefacción y refrigeración con una reducción de emisiones de 11.107 kt CO₂/año.

Como conclusión puede decirse que el vidrio, o mejor dicho el acristalamiento, es el elemento fundamental en el comportamiento de la fachada frente a los aportes caloríficos solares. Por ello, resulta prioritario conocer las posibilidades que ofrece la tecnología actual para alcanzar los máximos posibles en eficiencia compatibles con el diseño. Considerando que los vidrios de control solar no tienen por qué ser oscuros ni reflectantes para ser eficaces, sino que existen vidrios altamente selectivos que ofrecen aspectos muy neutros similares al de un vidrio natural o extraclaro.

En los lugares de trabajo, debido a las altas cargas internas y a las grandes superficies acristaladas que aportan luz, el aire acondicionado se hace necesario. Los vidrios de control solar son un medio eficaz para la reducción de los aportes solares aportando un triple beneficio: reducción de costes energéticos, reducción de emisiones de CO₂ y aumento del confort de los usuarios. La energía más limpia, barata y más sostenible es aquella que no utilizamos.

BIBLIOGRAFÍA

- Manual del Vidrio (2001), Saint-Gobain Cristalería, S.A.
- Manual de la Ventana (2005), ASEFAVE
- Manual de Aislamiento en la Edificación - Saint Gobain Cristalería, S.A.

8 CLIMATIZACIÓN DE EDIFICIOS CON SISTEMAS DE CALDERAS



8.1. INTRODUCCIÓN

Los edificios de oficinas y despachos tienen demandas térmicas características, particulares y diferentes de los edificios residenciales. El ahorro energético en este tipo de edificios, reduciendo el consumo de combustible y las emisiones a la atmósfera, se consigue realizando la selección del tipo, número y potencia de las calderas teniendo en cuenta varios factores:

- Cálculo de demandas térmicas de calefacción y ACS, en cada hora de funcionamiento particular del edificio de oficinas. En las curvas características de demandas de los edificios de oficinas se comprueba que las demandas mayores al 50 % de la potencia de calefacción-ACS instalada en generadores para dar respuesta a las puntas de consumo se produce en un número de horas anuales inferior a 1.000 horas/año.
- Inercia térmica del edificio, calidad de los cerramientos, porcentaje de superficies acristaladas.
- Nivel de ocupación y actividades.
- Fuentes de calor. Iluminación y máquinas habituales de trabajo en edificios de oficinas.
- Ventilación natural y forzada.
- Emisores de calor. Tipo y temperaturas de trabajo del agua. Temperatura de consigna de ambiente de calefacción.
- Rendimientos de las calderas a instalar. Consumo de combustible.
- Emisiones de las calderas en CO₂, NO_x, CO, SO_x y otros productos de la combustión a la atmósfera. Necesidad de contribuir a la reducción de emisiones contemplada en el objetivo de la UE para el año 2020, en el que



también se fija la mejora de eficiencia energética y el porcentaje de energía procedente de fuentes renovables.

- Funcionamiento en sistemas híbridos, combinando con otros sistemas de aprovechamiento energético como instalaciones solares, cogeneración y geotermia.
- Nivel sonoro de los equipos y consumos eléctricos.
- Calificación energética del edificio.
- Operaciones de mantenimiento, frecuencia y coste económico.
- Vida útil de las calderas y de sus instalaciones.

8.2. TECNOLOGÍA DE LAS CALDERAS DE AGUA CALIENTE PARA CALEFACCIÓN Y ACS. RENDIMIENTOS Y VENTAJAS DE LAS CALDERAS DE CONDENSACIÓN

El Real Decreto 275/1995 establece las disposiciones de aplicación de la Directiva 92/42/CEE del consejo de la Unión Europea, relativa a los requisitos de rendimientos para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas por combustibles líquidos o gaseosos. Define y clasifica las calderas según la tecnología de fabricación y las temperaturas de trabajo del agua:

- **Calderas de calefacción estándar:** Son calderas cuya temperatura media de funcionamiento puede limitarse a partir de su diseño.
- **Calderas de calefacción de baja temperatura:** Son aquellas que pueden funcionar de forma continua con una temperatura de agua de retorno entre 35 y 40 °C y en las cuales puede producirse en algunas circunstancias condensación.
- **Calderas de condensación:** Son calderas diseñadas para poder condensar de forma permanente una parte importante del vapor de agua contenido en los gases de combustión.

Los rendimientos correspondientes a las distintas tecnologías serán mayores cuando menores sean las pérdidas térmicas por calor sensible en humos (q_h), por inquemados (q_i), por radiación y convección ($q_{r,c}$) y por disposición de servicio (q_b). En las siguientes fórmulas se muestran los distintos tipos de rendimientos que se pueden considerar para las calderas. El valor 100 corresponde al valor teórico en % en el cual toda la energía liberada en la combustión se transmite al agua. En el caso de las calderas de condensación este valor es el



correspondiente a considerar el poder calorífico superior del combustible, teniendo en cuenta el porcentaje de energía extra obtenido por el calor latente de condensación del vapor de agua contenido en los gases de combustión.

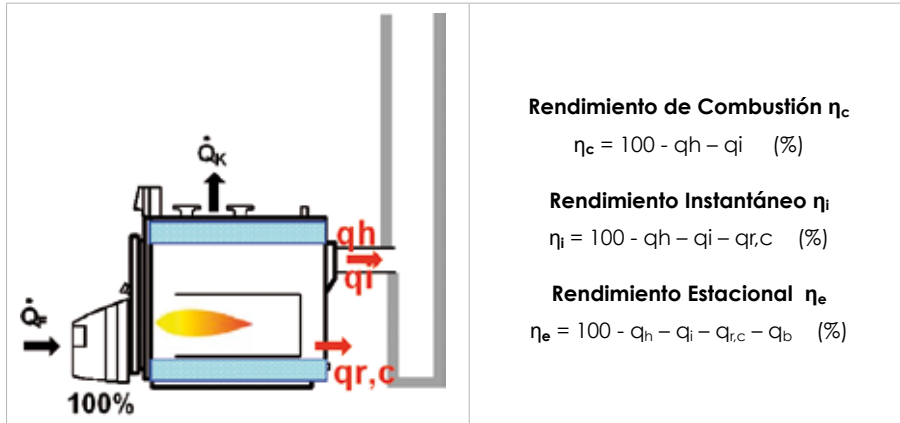


Figura 8.1. Comparativa de rendimientos. Fuente: Viessmann.

El rendimiento instantáneo de una caldera es el cociente entre su potencia útil (P_u) y su potencia nominal (P_n).

$$\eta_i = \frac{P_u}{P_n}$$

Siendo m_{agua} el caudal de agua de caldera y $m_{\text{combustible}}$ el caudal de combustible:

$$P_u = m_{\text{agua}} \times C_{e \text{ agua}} \times (T_{\text{salida caldera}} - T_{\text{entrada caldera}})$$

$$P_n = m_{\text{combustible}} \times PCI_{\text{combustible}}$$

El rendimiento estacional η_e , o rendimiento medio anual, es la integral del η_i a lo largo de las horas totales de funcionamiento de la caldera. Es proporcional al consumo de combustible.

Los valores de rendimientos estacionales de las calderas en edificios de oficinas, corresponden a los rendimientos instantáneos correspondientes al 20-40 % de la carga (porcentaje de potencia) por ser los valores medios de potencia de funcionamiento de las calderas en toda una temporada de servicio.

Se muestran en la Fig. 8.2 las diferencias de rendimientos estacionales máximos de las calderas de condensación a gas y a gasóleo (sin limitación de tem-



peratura de retorno) frente a las calderas de tecnología a baja temperatura. Observamos diferencias de rendimiento estacional próximas al 15 %, lo cual implica este mismo porcentaje en ahorro de combustible. Con respecto a calderas nuevas de tecnología estándar la diferencia de rendimiento se sitúa en el entorno del 25 %.

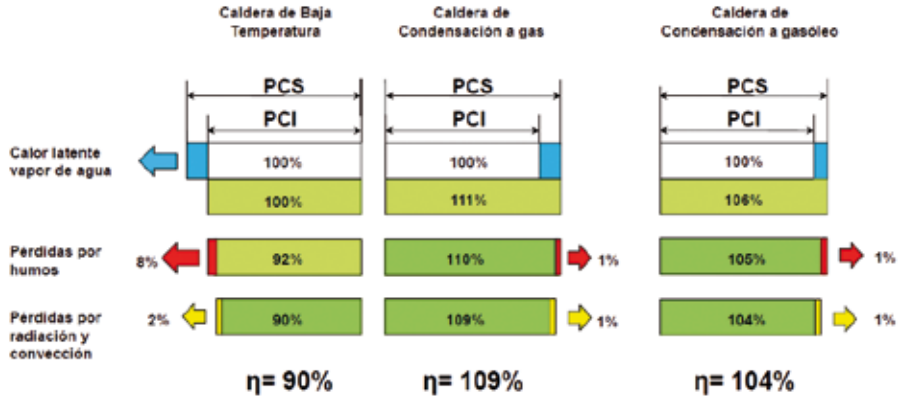


Figura 8.2. Diferencias entre calderas de condensación a gas y a gasóleo.

Fuente: Viessmann.

En la Tabla 8.1 se observa la diferente relación PCS/ PCI de los combustibles gaseosos con respecto al combustible líquido, comprobando una mayor capacidad de aprovechamiento térmico del calor latente de condensación en los combustibles gaseosos.

Tabla 8.1. Relación entre los poderes caloríficos de los diferentes tipos de combustible.

COMBUSTIBLE	PODER CALORÍFICO SUPERIOR PCS kWh/m ³	PODER CALORÍFICO INFERIOR PCI kWh/m ³	PCS/ PCI	CALOR DE CONDENSACIÓN H _s - H _i kWh/m ³	VOLUMEN DE CONDENSADOS (TEÓRICO) kg/m ³
Gas natural	11,46	10,35	1,11	1,11	1,63
Propano	28,02	25,80	1,09	2,22	3,37
Butano	37,19	34,25	1,08	2,84	4,29
Gasóleo	10,68	10,08	1,06	0,60	0,88

Fuente: Viessmann.

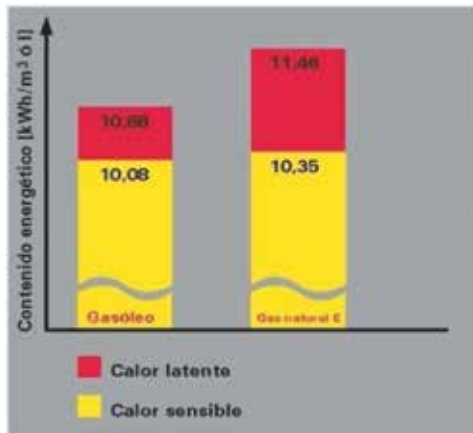


Figura 8.3. Diferencia entre calor sensible y latente, en distintos combustibles.

Fuente: Viessmann.

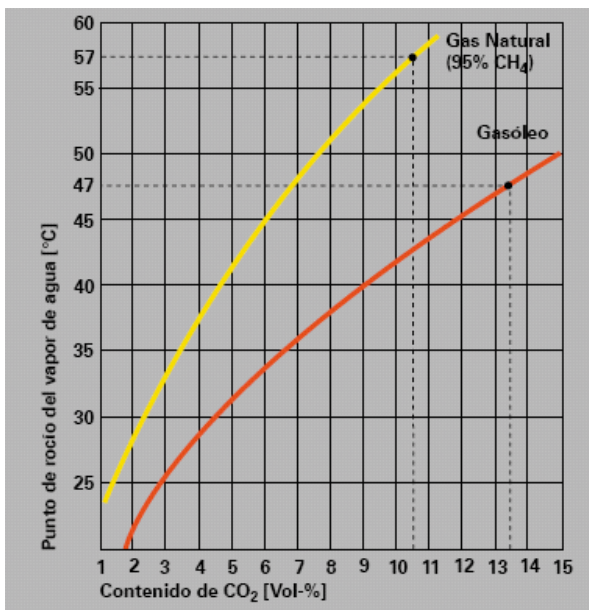


Figura 8.4. Punto de rocío de los gases de combustión. Fuente: Viessmann.

Las calderas de condensación pueden funcionar en condiciones de temperaturas del agua variables, sin limitación de temperatura mínima de retorno del agua. Esto implica realizar su fabricación con superficies de intercambio térmico resistentes a la condensación ácida que se produce en su interior pro-



cedente de los gases de combustión, durante el funcionamiento a bajas temperaturas. El material de fabricación óptimo para estas superficies de intercambio es el Acero Inoxidable, de aleación diferente para los casos gas y gasóleo.

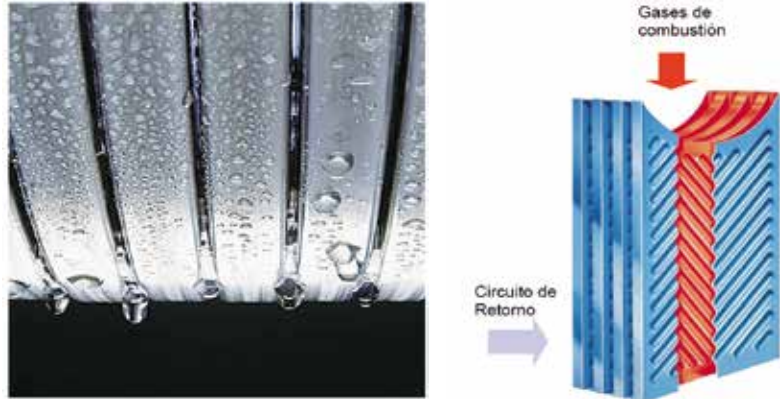


Figura 8.5. Intercambiador inoxidable de humos-agua. **Fuente:** Viessmann.



Figura 8.6. Caldera de condensación mural 150 kW. **Fuente:** Viessmann

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios actual, exige funcionamiento de las instalaciones con calderas de baja temperatura y de condensación realizando la variación de la temperatura del agua de calefacción en función de las condiciones de temperatura exteriores, realizando esta variación en los circuitos primarios de las calderas, consiguiendo reducción de las



pérdidas térmicas e incremento del rendimiento. También exige calcular los emisores para temperatura media de emisor de 60 °C como máximo, lo cual limita claramente la temperatura de impulsión del agua de calefacción.

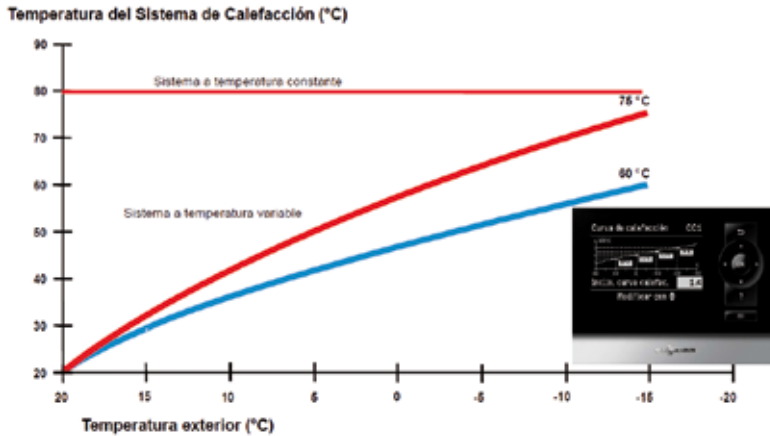


Figura 8.7. Relación entre temperatura del sistema de calefacción y temperatura exterior. **Fuente:** Viessmann.

Las calderas de condensación permiten reducir muy considerablemente las emisiones a la atmósfera, especialmente las emisiones de NO_x . Se muestra a continuación el diagrama de aumento exponencial de la formación de NO_x en los productos de la combustión en función del tiempo de permanencia del gas de combustión en contacto con el frente de llama y en función de la temperatura del proceso de combustión, diferente según la tecnología de cada modelo de caldera.

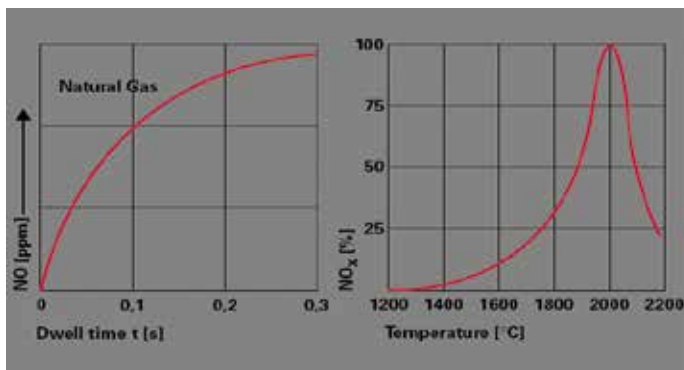


Figura 8.8. Gráficas comparativa entre generación de NO_x en función del tiempo de permanencia y de la temperatura. **Fuente:** Viessmann.



8.3. NORMATIVA DE APLICACIÓN PARA INSTALACIONES CON CALDERAS. RENDIMIENTOS MÍNIMOS EXIGIDOS

La Normativa actual referente a la instalación de calderas de agua caliente, tanto en obra nueva como en instalaciones de reforma, fomenta el ahorro energético reduciendo el consumo de combustibles y la reducción de emisiones a la atmósfera para protección del medio ambiente, exigiendo la **instalación de calderas de muy alto rendimiento. Esta exigencia hace que la mayor parte de las aplicaciones se realicen con instalación de calderas de tecnología condensación**, tanto en combustible gas como en combustible gasóleo.

La modificación del Rite 2007, de fecha 5 de Abril de 2.013, por el R.D. 238/2013, con corrección de errores publicada el 5 de Septiembre de 2.013, establece nuevos rendimientos mínimos al 30 % y al 100 % de la carga para las distintas tecnologías de calderas a instalar. Se distingue entre nueva construcción y reforma, diferenciando los valores de rendimientos exigidos para combustible gas y para gasóleo. Es de aplicación en nueva construcción para calderas con combustible gas de cualquier tecnología y para calderas de gasóleo de tecnología estándar. Es de aplicación en instalaciones de reforma para calderas de gas y de gasóleo de tecnología estándar. Las calderas con potencia útil nominal P_n superior a 400 kW tendrán los rendimientos mínimos correspondientes a las calderas con este valor de potencia.

Rendimiento instantáneo mínimo de calderas, para nueva construcción, combustible gas:

- Para potencia útil nominal 100 %, con $T_{media} = 70\text{ °C}$: $\eta \geq 90 + 2 \log P_n$
- Para potencia parcial 30 %, con $T_{retorno} = 30\text{ °C}$: $\eta \geq 97 + \log P_n$

Rendimiento instantáneo mínimo de calderas, para nueva construcción, combustible gasóleo, para calderas estándar:

- Para potencia útil nominal 100 %, con $T_{media} = 70\text{ °C}$: $\eta \geq 90 + 2 \log P_n$
- Para potencia parcial 30 %, con $T_{media} \geq 50\text{ °C}$: $\eta \geq 86 + 3 \log P_n$

Rendimiento instantáneo mínimo de calderas, para instalaciones de reforma, combustible gas o gasóleo, para calderas estándar:

- Para potencia útil nominal 100 %, con $T_{media} = 70\text{ °C}$: $\eta \geq 90 + 2 \log P_n$
- Para potencia parcial 30 %, con $T_{media} \geq 50\text{ °C}$: $\eta \geq 86 + 3 \log P_n$



La Directiva Europea 2009/125/CE de Diseño Ecológico ErP (para productos relacionados con la energía) es de aplicación a las calderas de agua caliente con potencia nominal igual o inferior a 400 kW desde la fecha 26-09-2015, con desarrollo en el Reglamento Europeo 813 /2013. A partir de esta fecha los fabricantes tienen prohibido fabricar calderas con rendimientos inferiores a los exigidos en esta normativa, que están referidos al poder calorífico superior del combustible, no al poder calorífico inferior como anteriormente, afectando tanto a las calderas de gas como de gasóleo.

$$\eta_s = \eta_{son} - \sum F(i)$$

Donde,

η_s - Eficiencia energética estacional de calefacción de espacios. Es la relación entre la demanda de calefacción de espacios para una determinada temporada de calefacción, suministrada por un calefactor, y el consumo de energía necesario para satisfacer dicha demanda, expresada en %.

- Para calderas a gas o gasóleo con Potencia ≤ 70 kW; $\eta_s \geq 86$ % (P.C.S)
- Para calderas a gas o gasóleo con Potencia ≥ 70 kW y ≤ 400 kW:
 - $\eta_s \geq 86$ % al 100 % de potencia (P.C.S).
 - $\eta_s \geq 94$ % al 30 % de potencia (P.C.S).

η_{son} - Eficiencia energética estacional en modo activo. Es la media ponderada de los rendimientos instantáneos de la caldera, (respecto al P.C.S. del combustible).

$\sum F(i)$ - Factores de corrección. Estos factores de corrección son: ajuste de temperatura, consumo de electricidad, pérdidas de calor durante las paradas y consumo eléctrico de encendido.



Figura 8.9. Calderas de pie de condensación a gas (izquierda) y a gasóleo (derecha).

Fuente: Viessmann.



La técnica de condensación permite conseguir valores muy altos de rendimiento estacional, por el aprovechamiento del calor latente de condensación del vapor de agua contenido en los gases de combustión, siendo estos valores muy diferentes de los que se consiguen en las calderas de etapas tecnológicas anteriores. En las calderas de condensación, además del aprovechamiento del calor latente, se consiguen importantes reducciones en las pérdidas térmicas por calor sensible en los humos, por inquemados y las correspondientes al cuerpo de caldera por radiación y convección.

8.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE CALDERAS DE CONDENSACIÓN. AHORRO DE COMBUSTIBLE

Las calderas de Condensación tienen mejor rendimiento instantáneo a carga parcial que total, lo cual debe ser tenido en cuenta en el diseño de las instalaciones. En el proyecto o memoria se indicarán los valores de rendimientos de los generadores de calor a potencia nominal y con carga parcial del 30 %.

En las superficies de intercambio térmico humos-agua Inox-Crossal de las calderas de condensación se produce la condensación del vapor de agua de los gases de combustión. Esto permite que la temperatura de los humos sea aproximadamente 10 °C superior a la temperatura de retorno del agua, con pérdidas térmicas por calor sensible en humos extremadamente reducidas en todo el período de calefacción y en cualquier condición de funcionamiento. La intensa condensación y las bajas temperaturas de los humos permiten alcanzar rendimientos hasta del 109 % (sobre P.C.I. en combustible gas), en función de la temperatura de trabajo del sistema.



Figura 8.10. Vista del interior de la caldera de condensación y quemador.

Fuente: Viessmann.



Figura 8.11. Instalación de varias calderas murales de condensación Vitodens200 en cascada.

Fuente: Viessmann.



Las instalaciones centralizadas con calderas de condensación permiten trabajar en los circuitos primarios de las calderas con temperaturas de impulsión variables según las demandas del edificio, según curvas de temperatura exterior. Necesitan menor estrategia de funcionamiento que las instalaciones con calderas de otras tecnologías puesto que no es necesario un control riguroso de temperaturas de retorno a calderas para evitar riesgos de corrosión, no incorporan bombas de anticorrosivos ni válvulas de tres vías para elevación de temperatura de retorno. Son adecuadas para funcionamiento con emisores calculados a distintas temperaturas: suelo radiante, *fan-coils* y radiadores.

La disposición vertical de las superficies de intercambio térmico Inox-Crossal permite que los condensados fluyan en sentido descendente. De esta forma se evitan incrustaciones y deterioros en el intercambiador.



Figura 8.12. Sección de caldera de condensación Vitocrossal 300.

Fuente: Viessmann.



Caso Práctico: Reforma de Edificio de Oficinas en Pº de la Castellana, Madrid

Tabla 8.2. Comparativa entre instalaciones.

	INSTALACIÓN ANTIGUA. CALDERAS ESTÁNDAR. COMBUSTIBLE GAS NATURAL	INSTALACIÓN ACTUAL. CALDERAS DE CONDENSACIÓN VITOCROSSAL. COMBUSTIBLE GAS NATURAL
Potencia útil total calderas (kW)	1200 (α 80/60 °C)	1150 (α 80/60 °C) 1240 (α 50/30 °C)
Emisores de calor	Radiadores / Fan-coils	Radiadores / Fan-coils
Temperatura media de trabajo en emisores (°C)	65	60
Demanda energética útil anual (kWh/año)	1.248.000	1.248.000
Rendimiento estacional calculado (% sobre P.C.I.)	81,2	106,7
Energía consumida nominal (kWh/año)	1.536.946	1.169.630
Ahorro de energía consumida anual (kWh/año)	--	367.316
Consumo de combustible (m³/año)	148.450	108.300
Ahorro de combustible (%)	--	27
Ahorro de combustible anual, (m³/año)	--	40.150
Ahorro de emisiones de CO ₂ anual (kg/año)	--	73,463
Ahorro económico anual en combustible (€)	--	36.178

Fuente: Viessmann.

8.5. RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL AHORRO ENERGÉTICO CON CALDERAS EN OFICINAS Y DESPACHOS

Se describen a continuación algunos puntos a tener en cuenta en el diseño y mejora de los sistemas de calefacción con calderas de condensación, para



conseguir los objetivos del ahorro en consumo de combustible con reducidas emisiones, confort para los trabajadores y larga vida útil de las instalaciones:

- Regulación de temperaturas de impulsión en circuito primario de calderas, variables en función de temperatura exterior, complementada con regulación termostática modulante en emisores en las distintas dependencias. Independización de las zonas sin demanda térmica.
- Diseño de las instalaciones con temperaturas de retorno a calderas inferiores a la temperatura del punto de rocío de los gases de combustión, para conseguir producción de condensación. Fomentar la instalación de emisores y sistemas diseñados para bajas temperaturas.
- Control centralizado de la instalación, con contabilidad y gestión de los consumos energéticos.
- Bombas de caudal variable en circuitos primarios y secundarios. Analizar la posibilidad de trabajar sin bombas de primario, con calderas piro-tubulares con gran volumen de agua que no tengan caudal mínimo de circulación del agua.
- Selección de número de generadores adecuado a las demandas variables, teniendo en cuenta que el funcionamiento de las calderas de condensación tiene mejor rendimiento a carga parcial que a carga nominal.
- Mejora del equilibrado térmico e hidráulico de los distintos circuitos de calefacción.
- Control de la calidad del agua, evitando incrustaciones, lodos y presencia de oxígeno en el los circuitos, evitando renovaciones frecuentes del agua de la instalación. Calidad del agua de reposición y del circuito de acuerdo a UNE-EN-12953-10.
- Disponer de volumen total de acumulación de ACS adecuada para cubrir las demandas puntas de consumo, sin sobredimensionar, para evitar pérdidas térmicas innecesarias.
- Mejora de aislamientos térmicos de las tuberías de distribución.
- Mantenimiento preventivo correcto de los equipos. Comprobación y ajuste de los parámetros de combustión de las calderas con análisis periódicos de los productos de combustión.

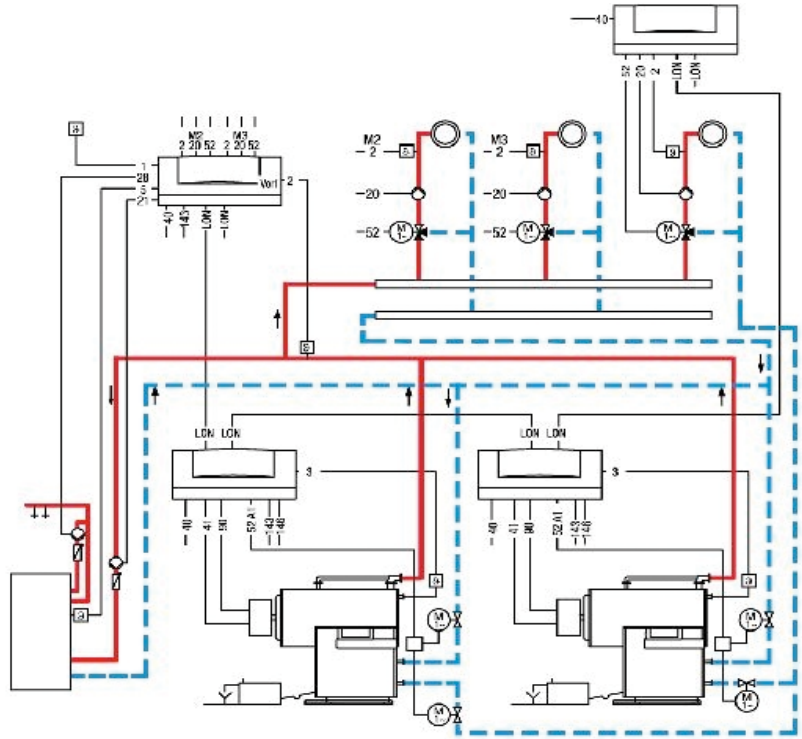


Figura 8.13. Esquema tipo de instalación de dos calderas de condensación.
Fuente: Viessmann.

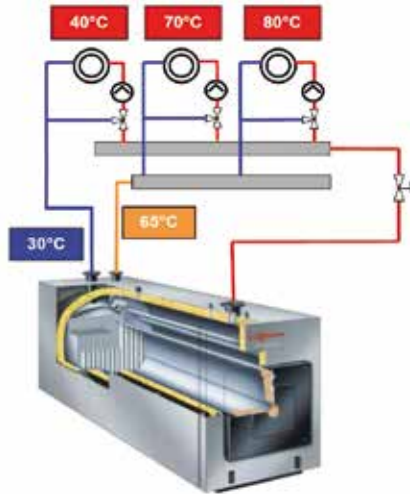


Figura 8.14. Sistema de óptima condensación por intercambio térmico del circuito de menor temperatura de retorno. **Fuente:** Viessmann.



8.6. SOLUCIONES TÉCNICAS CON EQUIPOS AUTÓNOMOS DE GENERACIÓN DE CALOR PARA UBICACIÓN EN EXTERIORES

Los equipos autónomos de generación de calor, conteniendo calderas de condensación, son la solución técnica ideal para instalaciones térmicas en nuevos edificios y en casos de reformas de instalaciones. Estos equipos están perfectamente definidos en RITE y en UNE 60601, diseñados para ubicación a la intemperie, en las cubiertas de los edificios y en otras zonas exteriores próximas a los consumidores. Contienen las calderas y también todos los equipos necesarios para la producción de calor.



Figura 8.15. Equipo autónomo de generación de calor VitomoduL-UTC.

Fuente: Viessmann.

Fabricados con estructura robusta que soporta todos los elementos mecánicos e hidráulicos (calderas con quemadores, bombas, vasos de expansión, tubería, etc...), instalación eléctrica, equipos de seguridad y regulación para un funcionamiento fiable y seguro. Incorporan presostatos de mínima presión en calderas, pirostatos, detectores de gas, centralitas de detección de incendios con sonda termovelocimétrica, interruptores de corte en el exterior y cuadros eléctricos de protección y maniobra.

El cerramiento se realiza en estructura autoportante con perfiles de acero galvanizado e inoxidable, con aislamiento térmico y acústico, con ventilación superior e inferior.



Figura 8.16. Equipo autónomo instalado en cubierta (izquierda) y con calderas murales (derecha). **Fuente:** Viessmann.

La instalación de equipos autónomos de generación de calor conteniendo calderas murales de condensación a gas, resulta sencilla uniendo módulos de calderas hasta conseguir la potencia total demandada en la instalación.

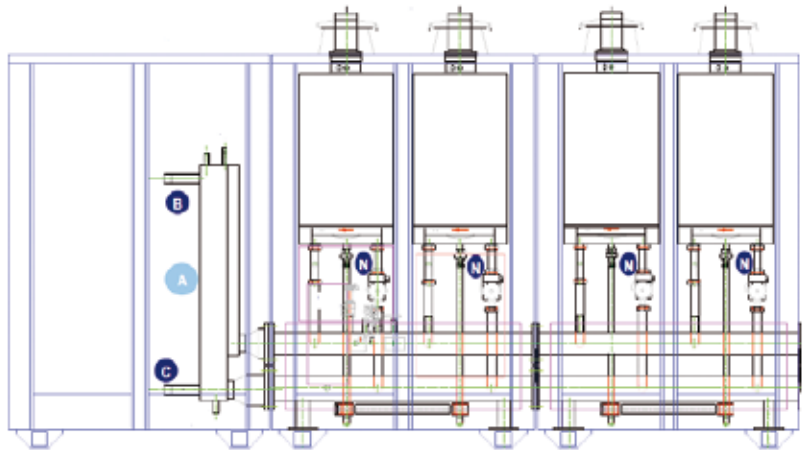


Figura 8.17. Equipo autónomo de generación de calor Vitomodul conteniendo calderas murales de condensación con bombas de primario, colectores de impulsión-retorno y aguja hidráulica. **Fuente:** Viessmann.

9 EL PAPEL DEL CONTROL Y LA AUTOMATIZACIÓN



9.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del control en oficinas y despachos es ofrecer un entorno cómodo a los ocupantes del edificio con el menor consumo energético posible.

Ofrecer un entorno cómodo supone ir más allá del mero control de la temperatura. En función de las necesidades del edificio se podría incluir la supervisión de la calidad del aire interior o la humedad, el mantenimiento del nivel de luminosidad, resplandor o privacidad deseada. La clave para minimizar el consumo energético es el control de las condiciones de la habitación en base a la demanda real, para evitar el consumo excesivo de energía de calefacción, refrigeración e iluminación. El control de cada despacho u oficina incluye la reacción al nivel de ocupación, pero también podría abarcar la gestión activa de las persianas.

La facilidad de uso es otro factor clave. La gente quiere una interfaz de usuario coherente que cubra la totalidad del edificio y no varias interfaces inconexas para los diferentes equipos. La cantidad de sensores y de interfaces de usuario, por tanto, debe mantenerse al mínimo y ajustarse correctamente al diseño de los despachos.

Otro factor importante en este tipo de edificios es la variabilidad de las estancias a lo largo de la vida útil del edificio. Con frecuencia, las estancias varían a lo largo del tiempo, cambiando incluso el uso de lo que en proyecto fueron despachos u oficinas, modificándose el tamaño y ubicación de los mismos por el concepto de modularidad. Estos posibles cambios suponen un reto tanto para los equipos de control como para la ubicación de los elementos de medida (sensores, detectores de presencia, etc.).

Por último, la capacidad de análisis de consumos de los distintos elementos involucrados en la climatización, calefacción e iluminación cobra cada día mayor importancia. Sólo con un análisis profesional de dichos consumos se podrá actuar para minimizar los costes de explotación del edificio.



9.2. SISTEMAS DE CONTROL

Honeywell CentralLine ofrece un conjunto completo de controladores de habitación para una gran variedad de aplicaciones de calefacción, ventilación y refrigeración (p. ej. unidades de ventilador-radiador, techos refrigerados, calefacción central o aplicaciones VAV). Entre ellas se incluyen soluciones para la gestión de la iluminación y las persianas, además del control de la temperatura. *CentralLine* también ofrece una amplia gama de controladores de habitación que pueden ser programados libremente y que se ajustan a los requisitos de cualquier configuración de habitación para las necesidades especiales de los clientes.

9.2.1 Directivas reguladoras

Las actuales directivas europeas inciden en la necesidad de ahorrar energía. En una época en la que los precios de la energía están en constante aumento, debe prestarse más atención a comprender y optimizar los costes energéticos de los edificios. Las plantas de calefacción, ventilación y refrigeración (p. ej. unidades de tratamiento del aire, generadores de calor o enfriadores) son las mayores consumidoras de energía en los edificios y suponen casi un 50 % de la factura energética total.

Así, los controladores de fancoil de *Honeywell-Centraline Serval* cumplen los más estrictos estándares, estando homologados con el certificado euBac de eficiencia energética. Dicho certificado parte de las normativas europeas EN15232 y EN15500, y los equipos homologados euBac.Cert garantizan un ahorro de un 30 % respecto de equipos sin dicha homologación.



Figura 9.1. Controlador de fan-coil de *Honeywell-Centraline Serval*.

Fuente: Honeywell.



9.2.2 Acciones que implican ahorro en el control

Este tipo de controladores actúan sobre las unidades terminales de una forma mucho más eficaz que los tradicionales termostatos. Las principales razones por las que permiten alcanzar dichos ahorros son:

- Precisión en el control del punto de consigna: el PI del controlador actúa sobre las válvulas de calor y frío con una salida proporcional. Teniendo en cuenta que bajar 1°C la temperatura de una sala supone un ahorro de energía del 6 % en calefacción, un desvío de 1,5°C supone al operador del edificio un coste de hasta un 9 % de energía adicional. La precisión mencionada del control proporcional redundará, por tanto, en un ahorro importante.
- Salida proporcional hacia variadores de frecuencia del ventilador. Teniendo en cuenta que el consumo de energía varía al cubo de la velocidad del ventilador, una reducción de dicha velocidad significará una reducción de consumo muy grande respecto del tradicional arranque del ventilador a velocidades 1,2 y 3. Nuevamente, la adecuación de dicha velocidad de impulsión de aire garantizará el confort, ahorrando energía al explotador.
- Bandas de ahorro de energía basadas en horarios o presencia: los algoritmos implementados en el controlador permiten ampliar las bandas muertas entre calor y frío en función de los horarios y/o de la ocupación de cada despacho individual. De esta manera, el controlador actuará en modo confort siempre que el horario más el detector de presencia indiquen que el despacho está ocupado. Si dentro del tiempo de horario no se detecta presencia (por ejemplo, en salas de reuniones) se puede aumentar la banda muerta, con el consiguiente ahorro energético. Si, por último, nos encontramos fuera de horario, dicha banda de ahorro se abrirá todavía más. También, un usuario que lo necesite, tendrá la opción de ampliar el horario de confort desde el módulo de pared de cada dependencia, asegurando así el confort fuera de horario si se precisa.
- El protocolo de comunicación abierto LONWORKS permite, además, enviar señales de demanda de calor o de frío de cada una de las unidades terminales hacia los controladores encargados de gestionar la producción. De esta forma, tanto las calderas como las enfriadoras trabajarán al régimen necesario para satisfacer las necesidades de calor y frío sin despilfarrar energía no necesaria. Este control de producción adaptado a la demanda cumple el requisito más estricto planteado en la normativa en cuanto al ahorro de energía.

Después del acondicionamiento de la habitación (calefacción, refrigeración y ventilación del espacio), la iluminación es el factor que ocupa el segundo lugar entre los que más aportan a la factura energética de los edificios. Por



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

este motivo, supone una enorme oportunidad para ahorrar. Las soluciones de iluminación modernas van más allá de la mera gestión del nivel de luminosidad: la adaptación del color de la luz o la «temperatura del color» de la luz (por ejemplo, blanco cálido o frío) ayuda a adaptar perfectamente la solución de iluminación a la necesidad y el estado de ánimo del ocupante o al diseño de la estancia. Al combinarlo con una estrategia integrada para el control inteligente de las persianas, el potencial de ahorro aumenta de forma espectacular: recoger la luz del sol en el invierno ayuda a ahorrar energía de calefacción, mientras que una atenuación inteligente durante el verano ayuda a ahorrar energía de refrigeración.

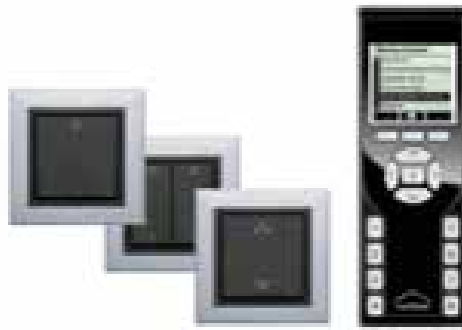


Figura 9.2. Sistema *Centraline EasyClickPro*. Fuente: Honeywell

9.2.3 Conexiones entre dispositivos

Con *Honeywell EasyClickPro*, *Centraline* ofrece una solución inalámbrica especializada para gestionar las luces y las persianas tanto en nuevos edificios como en casos en los que ya hay dispositivos existentes. Las unidades de control están diseñadas para la sustitución sencilla de las instalaciones convencionales y pueden colocarse en las cajas empotradas ya existentes, reutilizando la infraestructura de cableado para las luces y los motores de las persianas. En las nuevas construcciones puede mantenerse al mínimo el coste del cableado, ya que no se necesitan cables para conectar los interruptores con el sistema de iluminación. Las unidades de control pueden recibir órdenes de interruptores inalámbricos que funcionan sin pilas ni conexión a la red de alimentación. Por tanto, pueden instalarse allí donde sean necesarias, sin preocuparse de colocar costosos cables o de sustituir las pilas. Esto ofrece una flexibilidad extraordinaria durante toda la vida útil del edificio, y es una importante ventaja en edificios que alojan despachos, oficinas y salas de reuniones cuyo uso o tamaño pueden variar con el tiempo. Los dispositivos *EasyClickPro* se basan en el protocolo estándar *EnOcean* y han sido diseñados para integrarse de forma nativa con el sistema BMS de *Centraline*. A diferencia de algunos productos *EnOcean* similares, *EasyClickPro* es compatible con características avanzadas de integración BMS, como:



- La capacidad de anular las órdenes locales de la estrategia de BMS para, p. ej., encender o apagar luces o colocar las persianas en la posición deseada de manera centralizada, por lo que se ahorra energía y se aumenta la seguridad
- La capacidad de retroalimentar el estado actual (nivel de luz o posición de persiana) al sistema BMS para una visualización fiable.
- La capacidad de medir el consumo de energía directamente en el controlador de iluminación. Esto ayuda a comprender el flujo de energía de un edificio sin instalar dispositivos de medición adicionales.
- La capacidad de supervisar las horas de funcionamiento y detectar automáticamente los fallos en las lámparas para facilitar un mantenimiento proactivo y evitar las molestias ocasionadas por las luces fundidas a los inquilinos del edificio.

Además de su oferta de control inalámbrico de la iluminación, *CentralLine* ofrece un conjunto de controladores de habitación integrados que no solo ofrece control de la temperatura, sino que también es capaz de controlar las luces y las persianas. Entre las soluciones de gestión de habitaciones se incluye el controlador Excel 12.

Además, *CentralLine* es capaz de integrar diferentes tipos de soluciones de iluminación con cableado mediante los protocolos DALI y KNX, que son los dominantes en los mercados de EMEA. Como ejemplo, los sistemas de iluminación HELVAR DALI pueden conectarse directamente al BMS de *CentralLine* con un driver nativo. Es posible acceder a toda la información de los balastos DALI (incluidos el estado de iluminación y el fallo de lámparas) para obtener una vista general. También es posible controlar el estado de iluminación desde el BMS como parte de la estrategia central de control.

Es posible instalar, poner en servicio y operar independientemente desde el BMS todas las soluciones de iluminación de *CentralLine*. Esto resulta esencial para la puesta en marcha y el funcionamiento independiente de la solución de control de la iluminación, y por tanto para la separación de responsabilidades entre los diferentes sectores. La iluminación sigue siendo totalmente funcional aunque el sistema BMS esté desactivado, lo cual resulta una ventaja en comparación con sistemas combinados en los que el control de la iluminación se efectúa en los dispositivos BMS.

Los controladores programables de *Centraline Eagle* y *EagleHawk* ofrecen la ventaja de trabajar con los distintos protocolos de comunicación abiertos existentes en el mercado: BacnetIP, Bacnet MSTP, LONWORKS, MeterBus, MODBUS, Dali, KNX, etc. Esta flexibilidad de protocolos convierten a estos controladores en el corazón y el cerebro del sistema, al recoger, por ejemplo, la información



de demandas antes comentada de los controladores de habitación (de climatización e iluminación) y poderla utilizar de manera energéticamente eficaz para la implementación de los algoritmos de control adecuados en la producción y el transporte de dicha energía.

9.3. ESTRATEGIAS DE CONTROL

En este nivel de control, la experiencia y habilidad del programador constituyen un elemento crucial en el ahorro de energía. Aquí, las estrategias de control, especialmente en lo que concierne a la producción, pueden alcanzar niveles de complejidad elevados. Por ejemplo, a la hora de rotar unas calderas, es importante el considerar si son o no de condensación. En las antiguas estrategias, se esperaba a que la caldera principal alcanzara su máxima potencia para, en caso necesario, arrancar la segunda. Sin embargo, las calderas de condensación alcanzan su máximo rendimiento a bajas temperaturas, por lo que interesa que trabajen el mayor tiempo posible entre el 40 % y el 80 % de su potencia. Por tanto, un programador experto arrancará la segunda caldera de condensación antes de que la primera alcance el 80 % de su potencia, reduciendo la potencia de la primera, y ahorrando así energía.

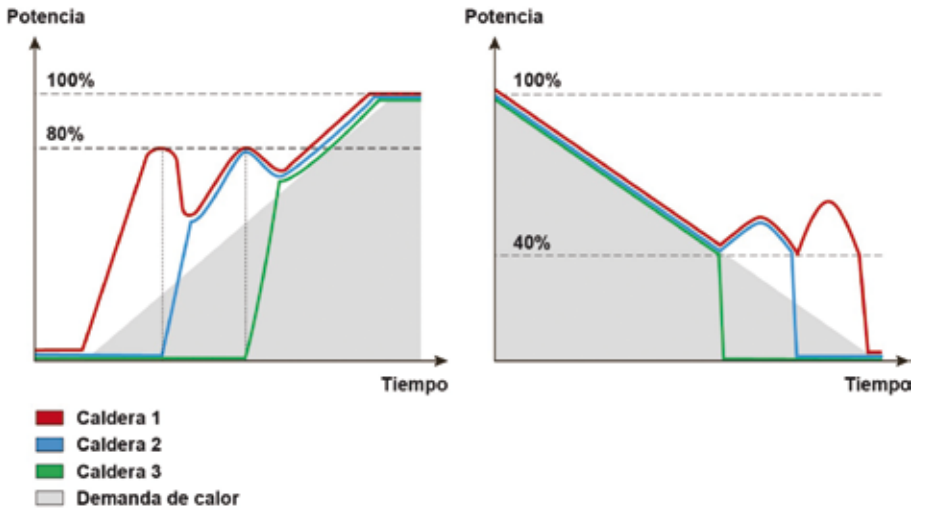


Figura 9.3. Variación de demanda de potencia suministrada por tres calderas.

Fuente: Honeywell.

Como se ve en la Fig. 9.3, un conocimiento profundo de las instalaciones y los equipos es indispensable para conseguir ahorros con equipos que requieren programación. Algunos otros ejemplos de estrategias de control que fomentan el ahorro son:



- Rotación de bombas y ventiladores, con variadores de frecuencia.
- *Free-cooling* y recuperadores de calor en climatizadores.
- Adecuación de puntos de consigna a las condiciones de temperatura exterior.
- Refrescamiento nocturno en climatización.
- Control de fuentes de energía alternativas (energía solar).
- Curvas de calefacción, que ajustan la consigna de impulsión de agua caliente a la consigna de temperatura ambiente deseada en función de las condiciones de temperatura exterior.
- Control de caudal de aire ajustado a la demanda, en función de sensores de CO₂.

Una vez implementadas las estrategias adecuadas, la fase de supervisión y mantenimiento cobra una importancia vital para optimizar los rendimientos energéticos. Los controladores actuales permiten conexiones remotas vía Internet, gracias a su concepto de servidor web. Así, un usuario podrá supervisar e interactuar con la instalación en tiempo real incluso remotamente. Esta funcionalidad permite a un mantenedor gestionar consignas, puntos, horarios, alarmas, tendencias e informes de forma remota, con los consiguientes ahorros y velocidad de reacción.

Si el tamaño de la instalación lo justifica, el sistema BMS Arena AX de *Centraline* constituye una plataforma de gestión, supervisión y ahorro de energía totalmente abierta y flexible. El sistema ARENA AX, basado en Niágara, permite interactuar no sólo con los controladores de *Centraline* antes citados, sino que constituye una plataforma totalmente abierta, gracias a los distintos drivers capaces de albergar, bajo un mismo entorno, el sistema de control de climatización, la iluminación, el sistema de incendios, e incluso sistemas de seguridad, vigilancia y accesos.

9.3.1. Análisis de consumos

Un avance más en la gestión de energía son las modernas herramientas de análisis de consumos. Estas herramientas, como el *Energy Vision* de *Centraline*, permiten analizar los consumos de los distintos consumidores (energía calorífica y frigorífica, energía eléctrica, contadores de agua y gasóleo) y tomar decisiones para mejorar el consumo o detectar fugas de energía.

Los sistemas parten de la localización de distintos contadores en puntos críticos. La versatilidad de los controladores *Eagle* y *Eagle Hawk* permiten recoger vía



MeterBus, ModBus, BacnetMSTP o LONWORKS la información de dichos contadores. El ARENA AX almacena en su base de datos esta información, y el software *Energy Vision* proporciona al experto la capacidad de generar los gráficos e informes que ayuden en la toma de decisiones encaminadas a ahorrar energía.

En la Fig. 9.4 se muestra el flujo de información alrededor del sistema técnico de gestión de energía en un edificio. Los flujos de energía se miden, se normalizan si es necesario, se almacenan para un procesamiento posterior y se transforman en un formato legible para las personas. El análisis de los informes de consumo elaborados permiten la identificación de los potenciales de optimización. Las optimizaciones llevadas a cabo reducen los flujos de energía que se van a medir y evaluar en un circuito nuevo. De esta forma se proporciona un informe continuo de los valores de consumo energético actuales de un edificio y se documenta la eficiencia de las optimizaciones aplicadas.

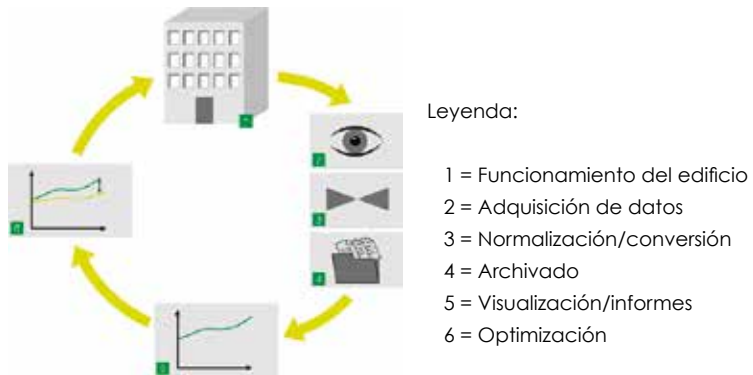


Figura 9.4. circulación de la información alrededor del sistema técnico de gestión de energía en un edificio. **Fuente:** Honeywell.

9.3.2. Adquisición de datos

La base para cualquier forma de gestión de energía viene dada por la medición de los valores de consumo. Para ello, se debe contar con una infraestructura de medición adecuada; o esta debe instalarse si no es el caso. La infraestructura de medición requiere una cuidadosa planificación orientada al nivel de detalle que requiere el cliente para un análisis posterior. Solo los datos que se han medido se pueden utilizar más tarde para la evaluación.

Tres ejemplos con niveles de detalle cada vez mayores:

1. Solo debe medirse el consumo de energía primaria de un edificio. Para ello es suficiente instalar un medidor para la energía eléctrica, otro para el consumo de gas y aceite y, si procede, uno para el agua en las tube-



rías de suministro principales del edificio. Sin embargo, esta infraestructura no permite la asignación de consumos a áreas individuales. Por ejemplo, es imposible determinar qué porcentaje de energía eléctrica se ha utilizado para la iluminación y qué porcentaje para otros consumidores eléctricos (como una bomba de calor).

2. Asignación de consumos a los grupos de mantenimiento: Si, por ejemplo, se debe determinar cuánta energía se utiliza para la calefacción, la refrigeración, la iluminación y la ventilación, deben instalarse "submedidores" en las áreas adecuadas.
3. Medición del consumo de grupos de consumidores predefinidos o consumidores individuales en un grupo de mantenimiento. En este caso, deben instalarse medidores independientes para cada uno de estos grupos. Un caso parecido se da cuando los costes de calefacción deben determinarse por separado para distintos pisos, por ejemplo: deben instalarse medidores independientes para cada piso u oficina.

El tercer ejemplo deja especialmente claro que una infraestructura de medición presupone también la existencia de infraestructuras eléctricas e hidráulicas adecuadas: si los refrigeradores deben medirse en grupos, cada grupo ha de recibir el suministro mediante cables independientes con sus propios medidores instalados. Con el fin de registrar los costes de calefacción para los distintos pisos, cada piso debe utilizar circuitos de calefacción independientes con medidores instalados en cada uno de esos circuitos.

9.3.3. Normalización, conversión y enriquecimiento de datos

La medición de consumo por sí sola no ofrece una conclusión de si el consumo de energía es demasiado alto o aceptable. Los datos del consumo deben normalizarse para que tengan sentido. Al normalizarlos, se generan indicadores de rendimiento energético que permiten establecer comparaciones.

Un ejemplo sencillo:

- La demanda de calefacción de un edificio A con un área útil de 500 m² teóricamente debería ser inferior a la de un edificio B con 1000 m², si suponemos un diseño de construcción, un uso y una ubicación geográfica similares. Con el fin de comparar los edificios, tendría sentido normalizar los consumos de energía con el área de uso. El indicador de rendimiento energético en este caso sería kWh/m² (o kWh/m³ si, en lugar del área, tenemos en cuenta el espacio tridimensional).



Tabla 9.1. Comparación de demanda de calefacción de los edificios A y B con distintas áreas de uso.

	ÁREA DE USO NETA	CONSUMO ANUAL MEDIDO DE CALEFACCIÓN	CONSUMO ANUAL NORMALIZADO DE CALEFACCIÓN
Edificio A	500	71.500 kWh	143 kWh/m ²
Edificio B	1.000	125.000 kWh	125 kWh/m ²

Fuente: Honeywell.

La comparación de la tabla 1 muestra que, en contra de nuestras expectativas, el edificio B requiere menos energía por metro cuadrado.

Como ya se ha mencionado anteriormente, esto no quiere decir necesariamente que el edificio B cuente con una mayor eficiencia energética. Otros factores, como el tipo de uso, las condiciones climáticas, etc. tienen una influencia importante en la eficiencia energética. Los datos de consumo "en bruto" se pueden "enriquecer" en otras dimensiones para compensar tales influencias.

Los días grados (DD) y los días grados calefacción (HDD) son mediciones para la demanda de calor de un edificio durante el periodo de calefacción y se pueden utilizar para compensar las influencias meteorológicas en los datos de consumo. Dentro de una ventana temporal (por ejemplo, un mes natural), permiten establecer afirmaciones sobre las fluctuaciones estacionales de la demanda. Lo mismo ocurre con los días grados refrigeración. VDI 3807 requiere, para el cálculo de los días grados calefacción, un límite de calor individualizado y específico del edificio t_{hi} (por ejemplo, 15 °C) y la temperatura exterior media t_{oa} . Solo se calculan aquellos días durante los cuales la temperatura externa se encuentre por debajo del límite de calor.

Los días grado se calculan de forma similar de acuerdo con VDI 2067, pero se utiliza la temperatura media de la sala en lugar del límite de calor.

Leyenda para la fórmula:

- HDD_{hi} : los días grado calefacción del periodo que se tienen en cuenta, con respecto al límite de calor.
- z : número de días de calefacción medidos, con respecto al límite de calor individual. Si la temperatura externa media supera el límite de calor, el día no se tiene en cuenta.
- T_{hi} : límite de calor, por ejemplo, 15 °C.
- T_{oa} : temperatura externa media del día de calefacción determinado.



Para la compensación meteorológica, los días grados y el consumo de energía pueden presentarse en un diagrama común con la misma escala de tiempo (consulte la Fig. 9.5), o bien los días grados pueden emplearse directamente para la normalización, donde, por ejemplo, el consumo de energía se normaliza en función de la demanda de calor: El consumo medido se divide entre los días grado calefacción del periodo determinado (consulte la Fig. 9.4) y utiliza kWh/HDD como indicador de rendimiento energético.

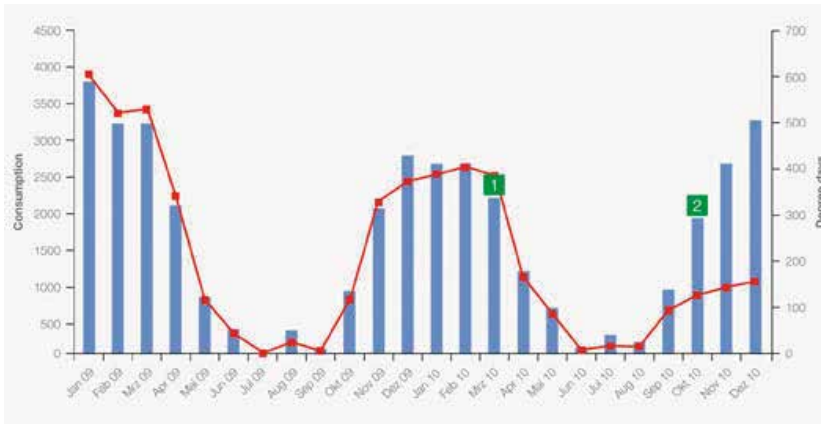


Figura 9.5. Progreso puntual de los valores de consumo reales frente a la demanda de calor. Para una demanda de calor comparable (1 a 2), el consumo se reduce debido a las medidas de optimización. **Fuente:** Honeywell.

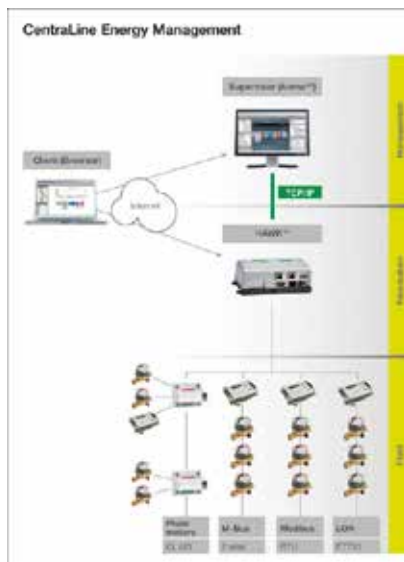


Figura 9.6. Arquitectura de gestión de la energía con CentralLine AX. **Fuente:** Honeywell.



9.3.4. Archivado de los datos adquiridos e indicadores de rendimiento

Los datos de consumo adquiridos y los indicadores de rendimiento energético normalizados deben almacenarse con el fin de documentar sus cambios con el tiempo. Puesto que las consideraciones a largo plazo son importantes para el consumo energético, el almacenamiento de datos tiene lugar mayormente en el nivel de gestión, ya que un sistema basado en PC cuenta con un espacio de almacenamiento sustancialmente mayor que un "registrador de datos" en el nivel de automatización. La desventaja aquí radica en que los datos pueden perderse si el PC se apaga. Esto ocurre, por ejemplo, durante las actualizaciones del sistema operativo.

El sistema *Centraline AX* de nuevo adopta un enfoque ligeramente distinto y combina las ventajas de la disponibilidad permanente de una estación de automatización con el mayor espacio de almacenamiento del software de supervisión. La estación de automatización sirve como "almacenamiento inmediato" y puede almacenar en búfer los datos de consumo durante un intervalo de tiempo limitado cuando el software de supervisión está "sin conexión". El intervalo de tiempo depende del volumen de datos y puede abarcar varias semanas. Si el software de supervisión está conectado, captura los datos de la estación de automatización y los almacena en una base de datos para un archivado a largo plazo. Este procedimiento garantiza un seguimiento impecable de los valores de consumo. La base de datos del software de supervisión se puede integrar en el proceso de copia de seguridad de TI de la empresa, lo que garantiza un almacenamiento regular de los datos.

Una vez almacenados los datos, las herramientas tipo *Energy Vision* de *Centraline* permitirán estudiar los puntos críticos de consumo y tomar las medidas de ahorros, gracias a la potente generación de gráficos para análisis.

9.3.5. Diferentes posibilidades de evaluación gráfica

Con los modernos sistemas de automatización, es posible realizar evaluaciones gráficas en las propias estaciones de automatización. Debido a la capacidad de almacenamiento limitada, tales evaluaciones son en su mayoría visualizaciones que no requieren ventanas de larga duración.

He aquí algunos ejemplos de ello:

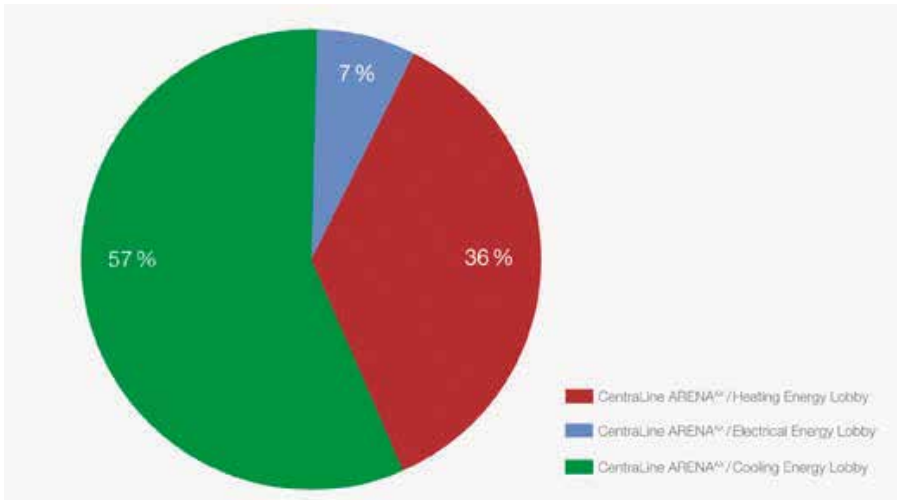


Figura 9.7. Desglose del consumo acumulado diario, mensual o anual según los tipos de consumidores con la ayuda de un gráfico circular. **Fuente:** Honeywell.

Leyenda:

Azul: Refrigeración Rojo: Agua para uso doméstico Verde: Energía eléctrica

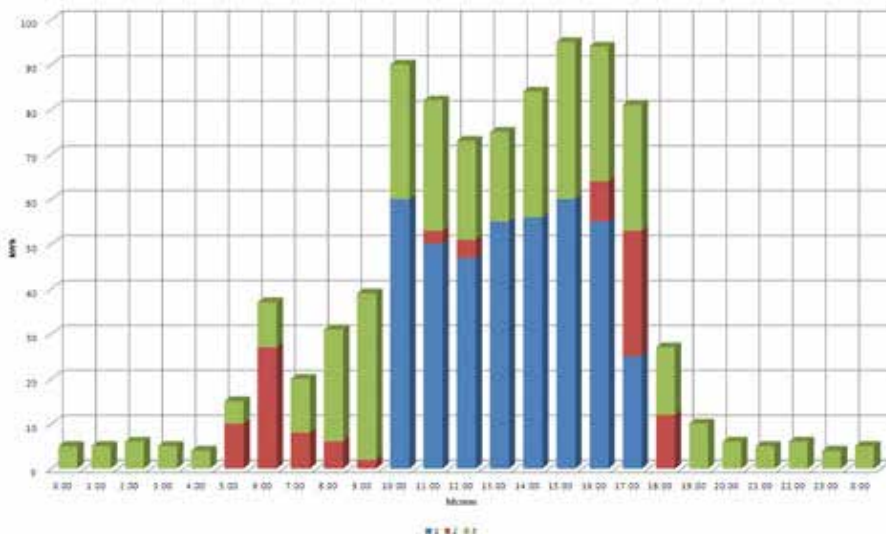


Figura 9.8: Características diarias de consumo energético, presentadas como curvas de tendencias o barras apiladas. **Fuente:** Honeywell.



Los dispositivos de automatización modernos como el *CentralLine Eagle-Hawk* permiten acceder a los diagramas a través de un navegador web y, además, la exportación y el envío por correo automatizados de informes en formato de archivo PDF y la transferencia de datos a las aplicaciones de hojas de datos más comunes para un análisis pormenorizado o para la creación de diagramas.

En el nivel de gestión es posible analizar periodos de tiempo más largos gracias al mayor espacio de almacenamiento disponible. Esto permite realizar un estudio comparativo de varios años (comparativa anual) En la Fig. 9.9 se muestra un procedimiento de optimización (aislamiento) realizado en el segundo trimestre de 2011 (curva roja) que al final permitió lograr una reducción del consumo en los meses fríos.

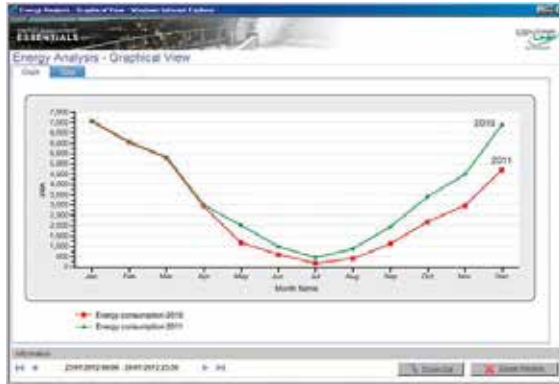


Figura 9.9. Comparativa anual del consumo energético.

Fuente: Honeywell.

Los resultados energéticos se pueden reflejar en el tiempo en forma de barra apilada para mostrar la contribución individual de los diferentes tipos de consumidores a la factura energética total.



Leyenda:

- Rojo: Calefacción (kWh)
- Amarillo: Agua caliente (kWh)
- Verde: Iluminación (kWh)
- Morado: Refrigeración (kWh)

Figura 9.10. Desglose de la energía en el tiempo.

Fuente: Honeywell.



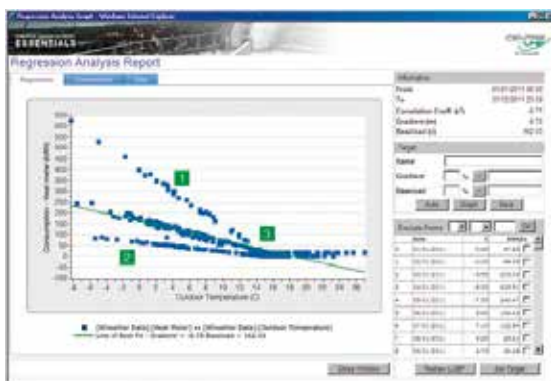
9.3.6. Un análisis regresivo facilita la interpretación de los datos

El análisis regresivo tiene un interés especial. Esto refleja dos mediciones diferentes (pero relacionadas) como ajustes de puntos. La Fig. 9.11 muestra el consumo energético diario en calefacción (eje y) reflejado frente a la temperatura media exterior (cada punto es un día). Al evaluar los sectores de puntos, es posible sacar las siguientes conclusiones: La posición de la "curva" muestra el límite de calefacción. Se realizó este análisis regresivo del edificio, el cual es de aproximadamente 15 °C. Si la temperatura exterior es superior a la de este límite de calefacción, se utiliza muy poca energía (sólo para la generación de agua caliente).

Cuanto más por debajo del límite de calefacción se encuentre la temperatura, más energía se necesitará para la calefacción. Cuanto más plana sea la curva, menor será el efecto de la temperatura externa sobre el consumo energético. Las curvas pronunciadas y los límites de calor altos indican pérdidas calóricas de gran transmisividad, las cuales se pueden solventar mediante un mejor aislamiento del edificio.

Una alta varianza de la nube de puntos para la misma temperatura significa una fluctuación enorme del consumo energético en condiciones climatológicas idénticas. Las razones para esto pueden ser bastante complejas y las causas radican con frecuencia en la conducta de uso: por ejemplo, la modificación de las horas de apertura, la apertura de ventanas, mayor uso del agua caliente, etc.

Los "valores atípicos" de la nube de puntos pueden indicar que se requieren acciones de los usuarios, especialmente si estos "valores atípicos" aparecen con frecuencia o con regularidad. En la Fig. 9.11 examinado es menor durante los fines de semana (en comparación con los días laborables) lo cual provoca una demanda menor de calor. Un análisis de los "valores atípicos superiores" indica que estos aparecen siempre los martes. Una razón para explicar este hecho podría ser una programación incorrecta de las horas que activó también la calefacción de forma continua durante horas de cierre.



Leyenda:

1. Valores atípicos "superiores" regulares: programación de horas errónea.
2. Valores atípicos "inferiores" regulares: fines de semana.
3. Límite de calor.

Figura 9.11. Análisis regresivo del consumo energético diario en calefacción frente a la temperatura media exterior.

Fuente: Honeywell.



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

Con el fin de trazar los valores atípicos regulares, las „referencias de días laborables“ resultan de gran utilidad. En este caso, el consumo energético se refleja junto con el período de tiempo definido cada día. Con estas referencias, se detectan inmediatamente las desviaciones importantes de días concretos en relación con otros días. En un edificio de oficinas, podría esperarse una característica similar del consumo energético durante todos los días laborables, así como un valor de menor consumo durante los fines de semana. En la Fig. 9.12 se muestra, sin embargo, curvas inesperadas los martes, cuando aparentemente la calefacción estaba encendida todo el día.

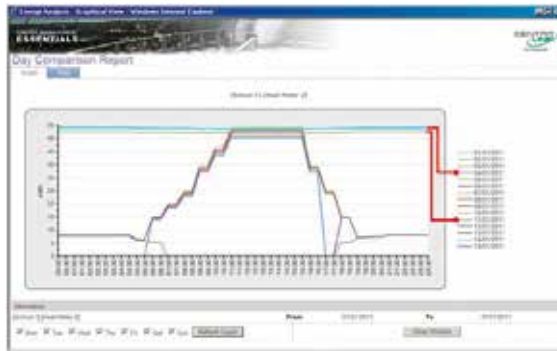


Figura 9.12. Referencia de los días laborables durante dos semanas. En este caso con un perfil atípico de horas y un mayor consumo los martes.

Fuente: Honeywell.

9.3.7. Los sistemas de gestión de energía proporcionan transparencia

Al final, el sistema de gestión de energía es capaz de convertir los valores de consumo en costes. Los costes dependen de los contratos firmados entre el cliente y el proveedor de energía. El software de gestión de energía *CentraLine* permite plasmar la representación de los contratos en el software y realizar una conversión automática del consumo en cualquier divisa.

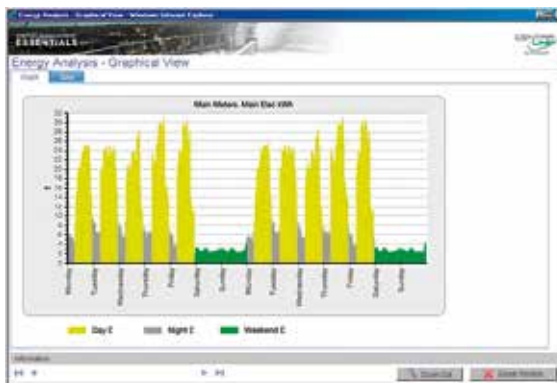


Figura 9.13. Análisis de tarifas diaria, nocturna y de fin de semana. **Fuente:** Honeywell.

En la Fig. 9.13 se muestra un ejemplo de un análisis de tarifas en el cual, la tarifa está compuesta por tres elementos: tarifa de día, noche y fin de semana. También resulta muy sencillo crear otras combinaciones de tarifas, como por ejemplo, las tarifas según el consumo.

9.3.7.1. Ejemplos de posibilidades de optimización

Las posibilidades de optimización se derivan del análisis de la visualización de los indicadores de rendimiento energético y posiblemente de la comparativa con edificios que sean un referente. En este artículo ya hemos facilitado ejemplos de optimización. Cubren desde la formación sobre concienciación de los empleados a través de la visualización de las consecuencias de acciones individuales, pasando por las mejoras de estrategias de control y hasta las medidas constructivas como la aplicación de aislamientos. Las mejoras de las estrategias de control abarcan desde los ajustes de las programaciones de horas a una revisión completa de las estrategias de control. Las posibilidades de un ahorro sustancial se pueden materializar con inversiones comparativamente bajas. Sistemas inteligentes, como *CentraLine AX* pueden conectar directamente la gestión energética con los controladores del equipo y además pueden influir en el comportamiento de la planta en tiempo real con el fin de reducir los costes energéticos. Un ejemplo: mediante el análisis continuo de los datos recibidos de los contadores eléctricos, es posible predecir los picos de carga y eliminarlos mediante el apagado selectivo, la reducción o el funcionamiento cíclico puntual de consumidores eléctricos. Es posible, por ejemplo, reducir las velocidades de los ventiladores durante un período de tiempo corto sin poner en riesgo el confort de los clientes. Los costes energéticos elevados causados por picos de carga se eliminan de esta forma eficazmente.



10 MEDIDAS DE AHORRO EN EQUIPAMIENTOS OFIMÁTICOS Y QUE CONTRIBUYEN A LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL



10.1. INTRODUCCIÓN

Al observar alrededor de cualquier oficina y probablemente se verán ordenadores e impresoras en modo inactivo. A menos que los dispositivos tengan una reconocida certificación o etiqueta ambiental, o tengan un modo de espera (*sleep mode*), están gastando tanta energía como la mitad de energía que consumen cuando están trabajando.

El avance tecnológico de los últimos años, nos permite acceder a una oferta de productos de ofimática que contribuyen al ahorro de los costes operativos de las empresas, no solo en material, sino también en consumo de energía y espacio. Esta oferta de productos está inteligentemente diseñada para ayudar a los consumidores a alcanzar sus metas de energía, sin sacrificar el rendimiento de estos.



Figura 10.1. Sala de reuniones. **Fuente:** HP Inc.

Los consumidores de aparatos ofimáticos tienen a su disposición herramientas para la identificación de productos que están diseñados para el ahorro



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

de materiales y energía, cómo las etiquetas ecológicas, que también dan información sobre múltiples propiedades relacionadas con reducir el impacto medioambiental. Todos deberíamos estar comprometidos en reducir nuestro impacto medioambiental, cuidándonos de utilizar productos con bajas emisiones de carbono, más eficientes, y materiales más seguros y fáciles de reciclar, para poder utilizarlos de nuevo en los procesos de fabricación y contribuir así a la economía circular.

10.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS QUE CONTRIBUYEN AL AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

El avance tecnológico de los últimos años y su aplicación en el desarrollo de nuevos productos permite que, en la actualidad, el usuario disponga de una gama de modelos muy amplia de entre los que poder seleccionar aquellos que vayan a suponer tanto un mayor ahorro económico, como un menor impacto medioambiental.

Así, de entre las muchas especificaciones en las que el usuario puede basar la decisión de adquirir un producto ofimático u otro, las que resultan clave en los productos de impresión o en los ordenadores personales son las siguientes:

10.2.1. Impresión a doble cara

Una de las características más eficientes en el ahorro de la impresión y que más conocidas resultan para la mayoría de usuarios es la impresión a doble cara. La también llamada impresión dúplex permite imprimir automáticamente una hoja de papel por las dos caras, gracias al desarrollo de una unidad que da la vuelta a la hoja de impresión tras haber impreso la primera cara.

La impresión a doble cara tiene el potencial de reducir drásticamente el uso de papel hasta en un 50 % así como el de una reducción en el consumo energético por página impresa, contribuyendo a un ahorro directo de costes y a una reducción del impacto medioambiental de la impresión. Es importante que esta opción se pueda configurar como predeterminada a través de la programación del dispositivo para maximizar el ahorro.

10.2.2. Gestión de la digitalización y gestión documental

Actualmente, todavía, la mayoría de la información o datos se almacenan en forma de archivos de papel o informes, que se acumulan durante años dando lugar a archivos de documentos en papel difícilmente accesibles. En este mar-



co, se entiende el proceso de digitalización de documentos como la capacidad de transformar estos registros físicos, como texto e imágenes, a un formato digital. Así, la existencia de productos diseñados para facilitar el escaneo, el almacenamiento y el envío de documentos digitalmente convierte a los mismos en piezas que resultan útiles para la optimización de procesos dentro de la empresa. Esta posibilidad, desde su forma más sencilla del *Scantoemail* (escaneo directo a una dirección de correo electrónico) hasta, por ejemplo, la incorporación de la impresora multifunción en los flujos de facturación de la empresa de forma integrada con los sistemas de gestión, puede significar ahorros muy relevantes en costes de almacenamiento de papel, costes de gestión y, por supuesto, en el uso de papel.

10.2.3. Pull Printing

Otra de las opciones relevantes para la optimización del consumo es la aplicación denominada *Pull Printing*. Las técnicas de impresión con autenticación del usuario, como impresión con PIN o clave, almacenan los trabajos en las impresoras en red hasta que el usuario solicita el trabajo en la impresora (mediante un PIN u otro método seguro), lo que reduce el volumen de trabajos e impresión abandonados que, en última instancia, vuelven a imprimirse. Esta reducción puede llegar a suponer un ahorro de entre un 10 % y un 30 % tanto en el ahorro de papel como en el de consumibles, sin mencionar los costes de mantenimiento y de servicio asociados a la impresión.



Figura 10.2. Impresora con sistema *pull printing*. Fuente: HP Inc.



10.2.4. Reducción del tamaño de los aparatos ofimáticos

La miniaturización es el proceso tecnológico mediante el cual se intenta reducir el tamaño de los dispositivos electrónicos. La miniaturización de los dispositivos es un buen parámetro para medir el avance del sector informático. Cuando más pequeños sean los dispositivos que se utilizan, mayor número de dispositivos caben en un mismo espacio, y por lo tanto, la potencia y eficiencia de las computadoras mejora.

La transición de los ordenadores de mesa tradicionales a las versiones de ordenadores mini de los mismos productos, contribuye a disminuir drásticamente el uso de materiales y energía. De esta manera, mientras conservamos las funciones del producto ahorramos en materiales y energía para su fabricación, igual que reducimos el impacto medioambiental en el transporte de estos productos aumentando la densidad de productos en el transporte de estos.

Otro ejemplo de ahorro en material, podría ser la reducción del cable de alimentación, en un esfuerzo por reducir el uso de PVC.

Finalmente, utilizando productos más delgados, y que por lo tanto, productos que requieren menos materiales para su fabricación, contribuimos a la reducción de residuos al final de su vida útil.



Figura 10.3. Trabajador utilizando un equipo ofimático. **Fuente:** HP Inc.

10.2.5. ...y los servicios

No solo las características técnicas de los productos contribuyen al ahorro y la eficiencia energética. Los servicios ofrecidos por multitud de empresas de este sector también pueden contribuir a este fin. Un ejemplo, serían los servicios integrales de impresión, en los que el proveedor audita las necesidades de impresión del cliente para determinar el parque de máquinas óptimo, combinando una reducción en el número de dispositivos instalados y la adaptación de los modelos instalados a las características de consumo de cada punto de impresión. Éste tipo de ejercicios de racionalización puede suponer ahorros estratégicos para el cliente en múltiples sentidos (disminución de consumo, ahorro en mantenimiento, ahorro en costes indirectos de gestión, ahorro en activos fijos, ahorros financieros,...).



Figura 10.4. Oficina con equipos informáticos. **Fuente:** HP Inc.

10.3. NUEVAS TECNOLOGÍAS QUE CONTRIBUYEN AL AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Con base a toda la evolución tecnológica llevada a cabo hasta el momento, las distintas empresas del sector siguen desarrollando nuevos sistemas para ahorrar en los costes de producción y de operación de los sistemas ofimáticos. Ahorros que, sin duda, se trasladan en un ahorro para sus clientes.





Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

Algunos ejemplos de estos nuevos avances incluyen el trabajar con un punto de fusión bajo, ayudando a imprimir más páginas en una impresora más pequeña y más rápida. Consecuentemente la energía utilizada para imprimir una página se reduce.

Otra tecnología es la que consiste en una barra de impresión inmóvil que abarca el ancho de una página, permite imprimir páginas enteras sin la necesidad de desplazar la barra de impresión de un lado a otro, y disminuye así, el consumo de energía de manera muy significativa. El menor número de partes que se mueven, el menor uso de energía que se necesita, dando la posibilidad de imprimir páginas de un solo paso.

Otra tecnología que contribuye a la eficiencia energética, es la que hace referencia a la detección de cobertura del tóner. Esta tecnología permite automáticamente ajustar la temperatura del fusor basada en la cobertura del tóner para una impresión. Por ejemplo, un documento de oficina típico (bajo cobertura de impresión) utiliza menos tóner y energía para la impresión que una foto (alta cobertura de impresión).

La tecnología de detección de papel (media) detecta el tipo de soporte en el que se va a imprimir, y ajusta automáticamente la configuración de impresión. El fusor utiliza menos energía para imprimir en papeles más finos.

El modo de ahorro de energía o *sleep* en la mayoría de las impresoras e impresoras multifuncionales en el mercado aún utilizan cantidades considerables de energía. El apagado automático (*Auto-off*) puede utilizar hasta 26 veces menos energía que el modo tradicional de reposo. Puede disminuir costes y consumo de energía apagando dispositivos durante noches y fines de semana. Esta tecnología consiste en que el fusor se calienta rápidamente y se enfría rápidamente, ayudando a conservar energía mientras el aparato no está en uso. El encendido automático (*Auto-On*) permite a los usuarios a decidir si su dispositivo se enciende en un tiempo determinado cada día o si se debe despertar cuando detecta actividad.

De la misma manera similar, el apagado automático (*Auto-Off*) permite a los usuarios configurar su dispositivo para que se apague automáticamente cuando detecta un período de inactividad durante un tiempo especificado.

10.4. ETIQUETAS ECOLÓGICAS Y SU RELACIÓN CON EL AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Las etiquetas ecológicas son un sistema de calificación ambiental que certifica que determinados productos tienen menor influencia sobre el medio ambiente durante todo su ciclo de vida. Esto significa escoger los productos en función



de su composición, contenido, el envoltorio, las posibilidades de que sean reciclados, el residuo que generan y la eficiencia energética.

Por lo tanto, las etiquetas ecológicas son un distintivo que informan a los consumidores sobre el impacto ambiental que los productos tienen, por eso, muchos consumidores han empezado a mostrar interés y pedir información a las empresas sobre los productos con etiquetas ecológicas.

Algunos ejemplos de etiquetas ecológicas pueden ser las denominadas *ENERGY STAR* y *EPEAT*.

10.4.1. *Energy Star*

La certificación *ENERGY STAR*® es un programa de eficiencia energética voluntario de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos. El programa *ENERGY STAR*® ha sido adoptado recientemente por Australia, la Unión Europea, Japón y Corea.

Los productos que obtienen la certificación *ENERGY STAR*® previenen las emisiones de gases que generan el efecto invernadero, ya que cumplen con pautas estrictas de eficiencia energética.

ENERGY STAR ayuda a los consumidores a tomar decisiones de compra informadas, suministrando información sobre la eficiencia energética de los productos. Los productos *ENERGY STAR* consumen menos energía y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero al cumplir con las estrictas pautas definidas por la EPA y el Departamento de Energía de los EE. UU.

ENERGY STAR es la etiqueta ecológica más reconocida del mundo con relación a la energía. En la actualidad, aproximadamente 20.000 organizaciones de diversos sectores participan en el programa. La EPA estima que los productos *ENERGY STAR* evitan la emisión de 150 millones de toneladas de CO₂ al año.



Figura 10.5. Logotipo de *Energy Star*®.

Fuente: HP Inc.

Los productos con registro *ENERGY STAR* constituyen el 20 % de los productos más eficientes en sus categorías respectivas.



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

Los productos pueden obtener la etiqueta *ENERGY STAR* respondiendo a requisitos de eficiencia energética establecidos en las especificaciones de producto de *ENERGY STAR*. La EPA establece estas especificaciones a partir del siguiente conjunto de principios orientadores clave:

- Las categorías de producto deben contribuir significativamente al ahorro de energía en todo el país.
- Los productos certificados deben ofrecer las características y el desempeño exigidos por los consumidores, además de mayor eficiencia energética.
- Si el producto certificado cuesta más que uno similar convencional, menos eficiente, los compradores recuperarán su inversión al aumentar la eficiencia energética mediante ahorros en la cuenta de energía, dentro de un período razonable.
- La eficiencia energética puede lograrse a través de tecnologías ampliamente disponibles, no patentadas, ofrecidas por más de un fabricante.
- El consumo de energía y el desempeño del producto pueden medirse y verificarse mediante pruebas.
- El etiquetado diferencia de manera efectiva los productos y los hace visibles para los compradores.

Además del programa en los EE. UU., la EPA realizó acuerdos con los gobiernos de Australia, Canadá, la Unión Europea, la Asociación Europea de Libre Comercio, Japón, Nueva Zelanda, Suiza y Taiwán para promocionar productos con calificación *ENERGY STAR* específicos en sus mercados. Estas alianzas pretenden unificar los programas de etiquetado de eficiencia energética voluntarios en los principales mercados globales y facilitar que los socios participen suministrando un único conjunto de calificaciones de eficiencia energética, en lugar de conjuntos fragmentados de requisitos específicos de cada país. Las organizaciones que se alían a socios internacionales para vender productos con calificación *ENERGY STAR* tienen los mismos requisitos técnicos o de elegibilidad que el programa de los EE. UU.

La EPA reconoce el coste que implica para los fabricantes y los socios participar en programas voluntarios y cumplir con requisitos de eficiencia obligatorios y trabaja con los gobiernos para monitorear estos programas y mantener una experiencia de consumidor positiva con productos con consumo eficiente de energía. Por lo tanto, la EPA está interesada en trabajar con países, incluyendo los que no hayan firmado un acuerdo de la alianza *ENERGY STAR*, para armonizar las mediciones de la eficiencia energética de los productos y los métodos de prueba aplicables. La EPA cree que un programa debe



adaptarse para su propio mercado y los niveles de eficiencia deben establecerse para cada país, debido a los factores de mercado y tecnológicos que cambian dependiendo del país.

10.4.2. EPEAT

EPEAT (Herramienta de Evaluación Ambiental para Productos) es una herramienta de compra diseñada para ayudar a los compradores de los sectores público y privado a evaluar, comparar y seleccionar *desktops*, *notebooks*, monitores e impresoras basándose en sus atributos medioambientales.

Los productos se miden por criterios obligatorios y opcionales. Un producto debe cumplir con todos los criterios obligatorios en su categoría para que se le agregue al registro. Entonces, se lo califica como Bronze, Silver o Gold dependiendo de cuantos criterios opcionales cumple:

- **Gold:** el producto cumple con todos los criterios obligatorios más, por lo menos, 75 % de los criterios opcionales.
- **Silver:** el producto cumple con todos los criterios obligatorios más, por lo menos, 50 % de los criterios opcionales.
- **Bronze:** el producto cumple con todos los criterios obligatorios.

Los criterios de EPEAT reflejan diversas categorías de atributos ambientales que cubren el ciclo de vida completo de los productos electrónicos, lo que incluye:

- Reducción/eliminación de materiales que pueden presentar riesgos para el medio ambiente.
- Selección de materiales.
- Diseño para el fin de la vida útil.
- Longevidad/extensión de la vida del producto.
- Ahorro de energía.
- Administración del fin de la vida útil.
- Rendimiento corporativo.
- Embalaje.



Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos

- Consumibles (norma exclusiva para los equipos de imagen).
- Calidad del aire interior (norma exclusiva para equipos de imagen).

La mayoría de los criterios de EPEAT se aplican a las características de los productos individuales, mientras otros se aplican a los programas corporativos.

EPEAT también incluye una variedad de criterios relacionados con los servicios, con énfasis en recolección y reciclaje responsable de productos, embalajes y baterías, así como también el suministro de garantías extendidas y otros servicios de soporte que pueden ampliar significativamente la vida del producto y reducir el impacto en el medio ambiente.

El registro de productos de EPEAT es específico por país porque la identificación y el desempeño ambiental del producto pueden variar dependiendo del lugar. El registro por país permite que compradores potenciales de todo el mundo evalúen, comparen y elijan los modelos de producto exactos disponibles para ellos a partir de las características que los productos alcanzan en su país de compra.

Las normas públicas en las que se basa el registro EPEAT son iguales en todas partes. Sin embargo, para apoyar ampliamente la disponibilidad de productos preferibles ambientalmente, EPEAT permite que los fabricantes cumplan un número muy pequeño de sus criterios opcionales en algunos países, y no en otros. Por ejemplo, un fabricante puede registrar un producto en Lituania y en los Estados Unidos, pero el accesorio solar del producto puede estar disponible solo en los EE. UU.



Fundación de la Energía de
la Comunidad de Madrid
www.fenercom.com



**Comunidad
de Madrid**